

MANSIKKAPUNKIN BIOLOGINEN TORJUNTA PETOPUNKKIEN AVULLA

Kirjallisuusraportti
Marjaosaamiskeskus

Sari Himanen
Ekologisen ympäristötieteen laitos
Kuopion yliopisto
2002

Kirjallisuusraportti pohjautuu kirjallisuuteen petopunkkien käytöstä erityisesti mansikkapunkin, mutta myös muiden mansikan ajankohtaisten tuholaisien torjunnassa. Tietoa on kerätty pääasiassa kotimaisista lähteistä, joista suurin osa perustuu erikoistutkija MMT Tuomo Tuovisen tekemään tutkimukseen. Raporttiin onkin pyritty saamaan mahdollisimman paljon juuri meidän käytännön oloihimme soveltuvaa tietoa. Raportissa on pyritty käsittelemään mansikkapunkin torjuntaa soveltuen sekä tavanomaisen että luonnonmukaisen tuotantotavan tarpeisiin. Eri torjuntavaihtoehtojen käyttömahdollisuuksien ja niiden taloudellisuuden vertailu pyrkii auttamaan viljelijää punnitsemaan eri vaihtoehtoja monelta kannalta. Raportin loppuun on kerätty käytettyä kirjallisuutta ja aiheeseen liittyviä internet-osoitteita, joilta voi löytää lisätietoa biologisista torjuntaeliöistä ja näiden käytöstä eri olosuhteissa, sekä alan tutkimuksesta.

1 MANSIKKAPUNKKI MANSIKAN TUHOLAISENA	3
1.1 Mansikkapunkki: tunnistaminen, vauriot, leviämistavat, lisääntyminen	3
1.1.1 Mansikkapunkin tunnistaminen	3
1.1.2 Mansikkapunkin aiheuttamat vauriot ja mansikkapunkin leviäminen viljelmällä.....	5
1.1.3 Mansikkapunkin lisääntyminen	7
1.1.4 Mansikkapunkin talvehtiminen.....	8
1.1.5 Mansikkapunkin tarkkailu kasvustosta	8
1.2 Mansikkapunkin torjunta	9
1.2.1 Viljelytekniset keinot mansikkapunkin ehkäisyssä ja torjunnassa	10
1.2.2 Biologisen torjunnan mahdollisuudet mansikkapunkin torjunnassa.....	14
1.3 Mansikkapunkin merkitys mansikan tuholaisena taloudelliselta kannalta	16
2 PETOPUNKKIT BIOLOGISINA TORJUNTAELIÖINÄ	16
2.1 Yleistä petopunkeista: ominaisuudet ja elintavat.....	16
2.2 Petopunkkien käyttö kasvinsyöjäpunkkien biologisessa torjunnassa: eri lajien kyky ja tehokkuus saalistaa mansikkapunkkia	17
2.3 Kotimaiset mansikalla esiintyvät petopunkkilajit mansikkapunkin torjujina.....	19
2.3.1 Petopunkkien luontainen esiintyminen mansikkakasvustossa: mahdollisuudet tukea lajien esiintyvyyttä.....	21
3 <i>AMBLYSEIUS CUCUMERIS</i> -PETOPUNKIN KÄYTTÖ MANSIKKAPUNKIN TORJUNTAAN MANSIKKAVILJELMÄLLÄ.....	23
3.1 Ripsiäispetopunkin saatavuus	24
3.2 Petopunkkien levitys mansikkakasvustoon.....	25
3.2.1 Petopunkkien levitys: minkä verran petopunkteja tarvitaan?	25
3.2.2 Petopunkkien levitys: miten?	26
3.2.3 Petopunkkien levitys: milloin?	27
4 PETOPUNKKIEN KÄYTTÖ MANSIKAN KASVIHUONEVILJELYSSÄ.....	28
4.1 Vihannespunkkien biologinen torjunta	30
5 MANSIKKAPUNKIN BIOLOGISEN JA KEMIAALLISEN TORJUNNAN TALOUDELLINEN KANNATTAVUUS JA TEHOKKUUS.....	33
5.1 Mansikkapunkin torjunnan taloudellinen kannattavuus: vertailussa kemiallinen torjunta, biologinen torjunta ja yhdistetty biologinen ja kemiallinen torjunta	33
5.2 Mansikkapunkin biologinen torjunta: kustannukset ja tehokkuus.....	33
5.3 Mansikkapunkin kemiallinen torjunta: kustannukset ja tehokkuus	35
5.4 Mansikkapunkin yhdistetty biologinen ja kemiallinen torjunta.....	36
6 TORJUNTA-AINEIDEN KÄYTÖN VAIKUTUKSET PETOPUNKEILLE	37
7 MANSIKAN TUHOLAISTEN BIOLOGINEN TORJUNTA LUONNONMUKAISESSA MANSIKANTUOTANNOSSA.....	39
8 TULEVAISUUS JA MANSIKAN TUHOLAISTEN BIOLOGINEN TORJUNTA.....	41

SISÄLTÖ

1 MANSIKKAPUNKKI MANSIKAN TUHOLAISENA

Mansikkapunkki kuuluu mansikan hankalimpiin tuhoeläimiin sen vaikean kemiallisen torjuttavuuden, nopean lisääntymiskapasiteetin, pienen koon, hankalan sijoittumisen kasvissa ja tätä kautta heikon havaittavuuden takia. Erityisesti ainoan todella tehokkaan torjunta-aineen, endosulfaanin, käyttökiellon jälkeen on mansikkapunkki noussut mansikan tärkeimmäksi tuholaiseksi. Se voi heikentää mansikkakasvuston sadontuottoa ja viljelyn kannattavuutta levitessään nopeasti mansikkaviljelmillä ja on ongelmallinen erityisesti monivuotisissa mansikkakasvustoissa avomaalla. Selvästi suurin osa Suomen mansikkasadosta tuotetaan avomaalla vaikka myös kausihuonetuotanto on lisääntymässä. Tilakoon ollessa pienehkö ja viljeltäessä samoilla lohkoilla mansikkaa kymmeniä vuosia mansikkapunkin on helppo asettua pysyväksi tuholaiseksi. Kasvihuoneviljelyssä viljelykierron ollessa lyhyempi, mansikkapunkki ei yleensä pääse nousemaan yhtä merkittävään rooliin, kunhan viljelyhygieniasta ja tervetäimistä huolehditaan. Paha mansikkapunkkitartunta vaatii kasvuston hävittämisen, sillä punkkia ei voida tehokkaasti torjua suurina tiheyksinä biologisin eikä kemiallisin menetelmin. Ennaltaehkäisevät toimet ovatkin tärkeässä osassa mansikkapunkin tehokkaassa torjunnassa.

1.1 Mansikkapunkki: tunnistaminen, vauriot, leviämistavat, lisääntyminen

1.1.1 Mansikkapunkin tunnistaminen

Mansikkapunkki (*Phytonemus pallidus*) kuuluu tappipunkkien (*Tarsonemidae*) heimoon ja laji ruokailee imemällä kasvin lehtisoluista nesteitä ravinnokseen. Se aiheuttaa imennällään eriasteista vioitusta riippuen punkkien esiintymistiheydestä erityisesti kasvin kehittyviin lehtiin. Mansikkapunkin isäntäkasveja ovat mansikan lisäksi useat koristekasvit kuten syklaami. Mansikkapunkki on yksi pienimmistä punkkilajeista, joten sitä ei voi juurikaan havaita paljain silmin vaan tarvitaan suurennuslasin tai mikroskoopin apua. Lajin naaras on pituudeltaan vain noin 0,25 mm. Se on muodoltaan litteänsoikea, väriltään vaalean ruskehtava, kiiltäväpintainen ja lähes karvaton (kuva 1). Mansikkapunkkikoiras on noin 0,2 mm pitkä eli noin 75% naaraan koosta ja väriltään hieman kirkkaamman keltainen kuin naaras.



Kuva 1. Mansikkapunkteja: naaras (vas.) ja nymfiaste (oik.). Kuva: Jarmo Holopainen 2002.

Täysikasvuisilla mansikkapunkteilla on neljä raajaparia kuten kaikilla punkkilajeilla ja koiraiden takimmainen raajapari on muotoutunut pihtimäiseksi helpottamaan toukka- ja nymfivaiheen sekä aikuisten naaraiden kuljettamista. Mansikkapunkkien munavaiheet ovat suhteellisen suurikokoisia aikuisiin nähden ollen noin 0,125 mm pitkiä ja 0,075 mm leveitä. Muodoltaan ne ovat soikeita, väriltään vaalean kuultavia ja pinnaltaan sileitä (kuva 2). Jos munia ja tyhjiä munankuoria on mansikassa paljon, voi lehtien pinta näyttää jauhoiselta. Toukkavaiheet ovat noin 0,15 mm pitkiä, väriltään valkoisia ja niiden neljäs raajapari kehittyy vasta toukkavaiheen loppupuolella. Toukilla on lisäksi erityinen kolmiomainen uloke ruumiin takaosassa.



Kuva 2. Mansikkapunkin munia. Kuva: Jarmo Holopainen 2002.

Mansikkapunkki löytyy mansikasta todennäköisimmin mahdollisimman valolta suojatusta ja kosteasta paikasta eli yleisimmin vielä avautumattomien lehtien laskosten sisältä, erityisesti laskoksen tyviosasta. Se suosii myös lehtilavan tyven karvoja, jotka ovat kosteusoloiltaan suotuisat. Tiheyden kasvaessa suuremmaksi mansikkapunkkeja ja niiden munia löytyy myös mansikan avautuneista lehdistä ja kukista.

1.1.2 Mansikkapunkin aiheuttamat vauriot ja mansikkapunkin leviäminen viljelmällä

Tunnistettavimpia oireita mansikkapunkkitartunnasta ovat kehittyvien lehtien lehtiruotien lyhentyminen, karvaisuuden lisääntyminen, lehtien hieno ruskettuminen, yläpintojen rypistyminen ja muutokset lehtien muodossa punkkien imennän seurauksena (kuva 3). Tyypillisesti avoimet lehdet voivat säilyttää normaalin vihreän värinsä, mutta lehtien reunat käpertyvät alaspäin (kuva 4). Infektion jatkuessa mansikka muuttuu kitukasvuiseksi, lehdet kovettuvat ja muuttuvat nahkamaisiksi. Myös rönsyjen tuotanto heikkenee. Pahimmin saastuneet lehdet surkastuvat ja ruskistuvat. Ominaista mansikkapunkkitartunnassa on nuorten lehtien jääminen tiheäksi, matalaksi ryhmäksi kasvin keskelle (kuvat 5 ja 6). Punkkitiheyden kasvaessa satoihin lehteä kohti nuoret lehdet eivät enää avaudu kokonaan ja ne jäävät erittäin pieniksi lehtiruotien alikehittymisen vuoksi. Jos punkkeja ei torjuta, leviää infektio kasvustossa rönsyjen välityksellä taimesta toiseen ja kasvustoon muodostuu selvästi havaittava, vaikkakin vihreänä säilyvä laikku.

Maata pitkin mansikkapunkit eivät yleensä suoraan leviä. Laajassa infektiossa mansikkapunkit siirtyvät myös lehdistä kukkiin ja vioittavat imennälläan kukka-aiheiden muodostumista. Kasvit kukkivat heikosti ja vioittunut kukkapohjus tuottaa vain pienen, kuivan, osittain epämuotoisen, nahkamaisen marjan, jossa pähkylät erottuvat selvästi mallosta.

Mansikkapunkkien vaikutus seuraavan vuoden satoon voi olla huomattava. Punkkitiheyden kasvaessa edelleen kasvin kehitys pysähtyy kokonaan ja mansikka madaltuu, kellastuu ja lopulta kuolee kokonaan. Erittäin pahoin saastuneesta kasvustosta satoa ei saada juuri ollenkaan.



Kuva 3. Mansikkapunkin aiheuttamaa vauriota mansikassa. Lehdessä karvaisuus on lisääntynyt ja yläpinta rusehtunut. Kuva: Jarmo Holopainen 2002.



Kuva 4. Mansikkapunkin aiheuttamaa vauriota mansikassa. Nuori lehti on käpertynyt reunoiltaan alaspäin, pituuskasvu on hidastunut, karvaisuus lisääntynyt ja lehden pinta muuttunut rypyiseksi punkkien imennän seurauksena. Kuva: Jarmo Holopainen 2002.





Kuvat 5 ja 6. Mansikkapunkin vaurioittamia kasveja. Nuorten lehtien pituuskasvu on hidastunut ja lehdet ovat jääneet tiheäksi, matalaksi ryhmäksi kasvin keskelle. Kuvat: Jarmo Holopainen 2002.

Mansikkapunkkitiheys vaikuttaa merkittävästi tartunnan havaittavuuteen ja vahinkojen laajuuteen. Alle 10 mansikkapunkkia/lehti ei vielä aiheuta näkyviä oireita ja infektiota on yleensä havaittavissa aikaisintaan, kun tiheys on 10-20 kpl / lehti. Tiheydellä yli 50 mansikkapunkkia/lehti tartunta on jo havaittavissa selvemmin, ja se vaikuttaa jo seuraavan vuoden sadonmuodostukseen. Tiheyden kasvaessa yli 200 punkkiin/lehti tuottavuuden lasku voi olla jopa 30-50% (Tuovinen 2002c).

Mansikkapunkki-infektio esiintyy mansikkaviljelmällä usein laikuttaisena ja punkkitiheydet voivat siten vaihdella suuresti viljelmän eri osissa. Suuren tiheyden alueilta mansikkapunkki-infektio leviää laikumaisena kuviona vallaten kesän kuluessa yhä enemmän tilaa, ellei torjuntaa suoriteta.

Tiheässä mansikkakasvustossa, jossa taimivälit ovat lyhyempiä, mansikkapunkki-infektio leviää nopeammin rönsyjä pitkin taimesta toiseen kuin väljemmässä kasvustossa, jossa myös kosteusolot ovat yleensä tälle epäsuotuisimmat. Myös viljelmällä käytettävät koneet ja muut työvälit, viljelmällä liikkuvat ihmiset, linnut, hyönteiset sekä jopa sadevesi voi toimia punkkien kuljettajana kasvusta toiseen.

1.1.3 Mansikkapunkin lisääntyminen

Mansikkapunkin elinkierto kuuluu muna-, toukka-, nuoruus- eli nymfi- ja aikuisasteet. Naaraat voivat lisääntyä yksiavioisesti, partenogeneettisesti, ilman koiraita, joita yleensä onkin naaraita vähemmän mansikkapunkkiyhteisössä. Naaraat munivat 2-3 munaa päivässä yksittäisinä munina ja noin 80 % munista kehittyy naariksi. Koko elinaikanaan naaras munii noin 20-40 munaa lämpötilasta riippuen ja todennäköisin munintapaikka on juuri avautumattomien lehtien sisällä, sillä mansikkapunkit välttävät valoa koko elinkiertonsa ajan. Punkki-koiraat myös usein siirtävät munia näille suotuisimpiin paikkoihin kuten avautuvilta lehdistä uusien supullehtien laskoksiin.

Mansikkapunkki viihtyy lämpimissä (yli 20°C) ja kosteissa olosuhteissa (suhteellinen ilmankosteus 80-90 %) ja niinpä nopeinta sen lisääntyminen on yleensä kasvihuoneissa ja lämpiminä kesinä. 25°C lämpötilassa ja 90-100 %:n suhteellisessa ilmankosteudessa yhden sukupolven kehittymiseen menee vähimmillään viikon verran.

Ulkosalla elinkierto on hitaampaa, esimerkiksi 15°C lämpötilassa munat kehittyvät toukiksi noin kymmenessä vuorokaudessa ja edelleen toukista ja nymfeistä aikuisiksi noin kahdeksassa päivässä. Kun lämpötila laskee alle 8°C:n, mansikkapunkin toukan kehitys häiriintyy eikä se muodosta enää nymfiastetta. Niinpä tyypillisen kasvukauden aikana Suomessa mansikkapunkilla ehtii olla 3-5 sukupolvea ja yksilömäärä on suurimmillaan elokuussa. Lämpimämmillä seuduilla kuten Etelä-Euroopassa sukupolvia voi olla seitsemänkin kesässä. Mansikkapunkin lisääntyminen on meidänkin oloissamme erityisen ongelmallista lämpiminä kesinä.

1.1.4 Mansikkapunkin talvehtiminen

Mansikkakasvustossa mansikkapunkkinaaraat talvehtivat syvällä kasvin tyviosissa kasvupisteen läheisyydessä, avautumattomien lehtien poimuissa ja lehtikorvakkeiden ja –suomujen välissä, jossa ne aloittavat lisääntymisen munimalla keväällä heti ilmasto-olojen salliessa. Tämä tapahtuu yöpakkasten loputtua ja päivälämpötilan noustessa yli 10°C:seen eli mahdollisesti jo huhti-toukokuussa. Koiraat sen sijaan pystyvät talvehtimaan vain erityisen leutoina talvina.

1.1.5 Mansikkapunkin tarkkailu kasvustosta

Mansikkakasvustoa on hyvä tarkkailla jo kevästä lähtien, jotta mahdollinen mansikkapunkkitartunta voidaan havaita ajoissa. Mansikkapunkin esiintymistä seurataan avautumattomista suppulehdistä käyttämällä apuna suurentavaa (vähintään 10-kertainen suurennus) mikroskooppia kuten helposti mukana kulkevaa kynämikroskooppia. Muuten saastuntaa on lähes mahdotonta vielä aikaisessa vaiheessa havaita. Lehtiä kannattaa tarkkailla tasaisesti eri puolilta kasvustoa laikuttaisten punkkipesäkkeiden havaitsemiseksi.

Tarkkailu mikroskoopilla ympäri kasvustoa on kuitenkin varsin aikaa vievää puuhaa ja vaatii harjaantumista punkkien havaitsemiseksi. Lehtinäytteitä voikin lähettää analysoitavaksi Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskuksen (MTT) Kasvinsuojelupalveluun. MTT tarjoaa ostopalveluna viljelijöille mansikkapunkkitiheyden määrittystä näytteestä, jonka viljelijä itse kerää viljelmältään ja lähettää postitse MTT:lle (osoite: MTT Kasvinsuojelupalvelu, 31600 Jokioinen, puh. (03) 4188 2593, internet: <http://www.mtt.fi/palvelut/kasvinsuojelupalv.html>).

Näyte voidaan kerätä tasaisesti koko lohkolta tai erikseen esimerkiksi lajikkeittain, istutusvuosittain tai taimien alkuperän mukaan. Tulos kuvaa tällöin joko viljelmän keskimääräistä mansikkapunkkikantaa tai tarkemmin kannan suuruutta eri muuttujien mukaan. Näyte kannattaa kerätä aikaisintaan kukinnan alkaessa, jolloin mansikkapunkkeja jo näytteistä löytyy, mikäli niitä yleensäkin viljelmällä esiintyy. Toukokuussa kerätyt näytteet ovat lähinnä suuntaa antavia, koska tällöin kaikki talvehtineet mansikkapunkkinaaraat eivät välttämättä ole vielä nousseet kasvin tyveltä lehdille. Varmin tulos saadaan yleensä kun näyte kerätään elokuussa.

Määrittämisen avulla myös kasvukauden aikana voidaan viljelmän punkkitilannetta tarkkailla ja valmistautua torjuntaan ajoissa ennen mansikkapunkkitiheyden kasvamista liian suureksi biologisen torjunnan kannalta. 200-300 lehden näytteen tutkiminen mansikkapunkin esiintymisen suhteen MTT:n Kasvinsuojelupalvelussa on tällä hetkellä (Elokuu 2002) hinnaltaan 30 euroa +alv. Mansikan laajempi näytepaketti (mansikka-ankeroinen, juurihaava-ankeroinen, mansikka- ja vihannespunkit, taudit), johon kuuluu kolme osanäytettä on hinnaltaan 64 euroa +alv. Näytteen perusteella voidaan tehdä ennusteet jatkon suhteen eli arvioida mansikkapunkin torjuntatarvetta ja biologisen tai kemiallisen torjunnan käyttökelpoisuutta tilanteessa sekä laatia voitusestimate ja tämän mukainen satotappioennuste seuraavalle satovuodelle. Myös oireeton kasvusto kannattaa tutkituttaa kesän lopulla, jotta suuremmilta yllätyksiltä välttyään seuraavana kesänä. Omataimituotannossa näytteiden otto on erityisen tärkeää.

MTT:ssä on kehitetty myös viljelijöiden ja taimitarhojen omaan käyttöön soveltuvaa menetelmää mansikkapunkin havaitsemiseksi kasvustosta jo ennen oireiden ilmaantumista. Menetelmässä näyte voi sisältää suurenkin määrän näytelehtiä ilman, että tarkasteluun kuuluva aikamäärä lisääntyy merkittävästi. Lehdet huuhdellaan kuumassa vedessä ja punkit siivilöidään tämän jälkeen näyteputkeen, josta voidaan tehdä tarkastelu mikroskoopilla lukumäärän laskemiseksi.

1.2 Mansikkapunkin torjunta

Mansikkapunkin torjuntakeinot ja käytössä olevat mahdollisuudet riippuvat viljelmän tilanteesta mansikkapunkin esiintymisen suhteen, kasvuston iästä ja tuotantotavasta. Kasvuston mekaaninen hävittäminen on tällä hetkellä välttämätöntä, jos mansikkapunkkitiheys pääsee kasvamaan suureksi. Biologinen torjunta soveltuu parhaiten aloitettavaksi jo ajoissa ennen ongelman kasvamista liian suureksi, yleensä jo heti kasvustoa istutettaessa tai viimeistään 1. tai 2. istutuksen jälkeisenä vuonna. Yhdistettäessä biologista ja kemiallista mansikkapunkin torjuntaa on huomioitava oikea ajoitus toimenpiteiden suhteen. Yhdistetyn torjunnan etuna on se, että mansikkapunkit voidaan saada kuriin hieman laajemminkin tartunnassa.

Kasvuston tarkkailu on tärkeää erityisesti heinä- ja elokuussa, jolloin oireet mahdollisen infektion leviämisestä alkavat olla havaittavissa. Kemiallinen torjunta on suositeltavaa tavanomaisen tuotannon tiloilla, mikäli oireita esiintyy nuorena kasvustossa noin 2-5 %:ssa kasveista sadonkorjuun lopulla (Tuovinen 2001a). Jos oireita on yli 30%:ssa kasvustosta, on ruiskutus metiokarbilla käytännössä välttämätöntä ellei suoriteta koko kasvuston hävittämistä sadonkorjuun jälkeen. Jos kasvustossa on myös muita ongelmia kuten juurilahoa tai kemiallista torjuntaa ei voida käyttää, on hävittäminen todennäköisesti kannattavin vaihtoehto. Jos oireita esiintyy alle 10%:ssa kasvustoa, oireiset laikut on hyvä hävittää tarkasti esimerkiksi polttamalla tai tarvittaessa glyfosaatilla. Jos oireita esiintyy lähinnä yksittäisissä kasveissa, voi nämä poistaa kaivamalla ne ylös juurineen tiiviiseen muovipussiin. Myös kasvien lähimmät naapurikasvit voi olla syytä poistaa erityisesti jos taimet tai näiden rönsyt ovat kosketusvälillä.

1990-luvulla Suomessa on tutkittu aktiivisesti biologisen torjunnan mahdollisuuksia mansikkapunkkia vastaan. Myös viljelytekniisiä keinoja on kehitetty paremmin mansikkapunkin ehkäisyä huomioiviksi. Luonnonmukaisen tuotantotavan pinta-alojen lisääntyessä tarvitaan myös tähän tuotantotapaan soveltuvia mansikkapunkin

hallintakeinoja. Biologisen torjuntatavan ehdottomiin etuihin kuuluu se, että sitä voidaan käyttää myös kukinnan ja sadonkorjuun aikana toisin kuin kemiallista torjuntaa, jossa on noudatettava tarkkoja varoaikoja. Jatkuvasatoisilla eli remontoivilla mansikkalajikkeilla tämä hyöty korostuu entisestään. Myös torjunta-aineita sietäviä petopunkkikantoja on pyritty aktiivisesti kehittämään, jotta biologisen ja kemiallisen torjunnan yhteiskäyttö tulisi entistä tehokkaammaksi. Näiden saaminen kaupalliseen tuotantoon olisi erittäin toivottavaa tulevina vuosina.

1.2.1 Viljelytekniset keinot mansikkapunkin ehkäisyssä ja torjunnassa

Puhtaiden taimien käyttö

Mansikkapunkin ehkäisyyn kannalta ensisijaista on mansikkaviljelmää perustettaessa terveiden, mansikkapunkkivapaiden taimien käyttö. Tarkastettuja tervetaimia käytettäessä voidaan olla varmoja, ettei saastunutta tule taimimateriaalista. Perustettaessa uutta viljelmää omista rönsytaimista, on myös erityisen tärkeää olla varma emotaimimateriaalin mansikkapunkittomuudesta. Emotaimialueen on oltava selvästi erillään muista vanhoista mansikkalohkoista. Tämän lisäksi on suositeltavaa käyttää varotoimena lämminvesi- tai höyrykäsittelyä, jossa mansikkapunkit tuhoutuvat.

Lämminvesikäsitteily

Lämminvesikäsitteilyllä voidaan tuhota jo kasvustossa ilmeneviä mansikkapunkkitartuntoja ja se on ainakin luomutuotannossa välttämätön toimenpide lisättäessä uutta kasvustoa omista rönsytaimista. Se tehoaa sekä aikuisiin, toukkiin että mansikkapunkin muniin.

Käsitteilyssä taimet upotetaan lämpötilaltaan 45.5-46°C veteen 5-8 minuutiksi riippuen taimien koosta. Isoille taimille voi tarvittava aika olla jopa 10 minuuttia. Mansikkapunkit tuhoutuvat tässä lämpötilassa 100 %:sesti, mutta lämpötilan kanssa on oltava erittäin tarkka, jotta itse taimet eivät kärsi liikaa.

Markkinoilla on saatavilla laitteita, joilla lämpötila voidaan säätää ja sitä käsitteilyn aikana tarkkailla riittävän tarkasti. Liika kuumuus tuhoaa muuten myös taimen oman solukon. Ennen varsinaista käsitteilyä on hyvä suorittaa esilämmitys 25-30°C vedessä ja käsitteilyn jälkeen jäähdytys 10-15°C vedessä, millä voidaan välttää liian nopeiden lämpötilanvaihdosten haittavaikutuksia kasveihin.

Mikäli halutaan tuhota lämminvesikäsitteilyssä myös ankeroiset, täytyy veden lämpötilan olla 46-46,5°C ja käsitteilyaika 10 minuuttia, mutta jo näinkin vähäinen lämpötilan nosto ja käsitteilyajan pidentäminen lisää riskiä taimien vioittumiseen merkittävästi. Ennen suuren erän käsitteilyä on syytä testata käsitteilyn vaikutus muutama koekasviin, erityisesti käytettäessä uuden tyyppisiä taimia. Rönsyjen kestävyys saattaa vaihdella jonkin verran myös kasvuolosuhteiden, kasvuvaiheen ja lajikkeen mukaan, joten testaus kannattaa suorittaa kaikille eri alkuperää oleville taimille erikseen. Yleensä käsitteily on turvallisinta tehdä taimille kun ne ovat hyvässä kasvukunnossa eivätkä kärsi kuivuudesta (Tuovinen 2002d).

Käsitteilyssä on myös muistettava työhygieniä eli mielellään eri ihmiset käsittelevät käsitteilyyn meneviä ja käsitteilyä tulevia, puhtaita taimia ja käsitteilyn jälkeen taimet jatkokasvatetaan erillään vanhoista mansikkalohkoista.

Lämminvesikäsitteilyn lisäksi ja tätä korvaamaan on MTT:ssä (Hanke 202-01 "Tehostetun mansikanviljelyn kasvinsuojeluriskien hallinta") kehitetty mansikkapunkin tuhoutumiseen johtavaa höyrykäsitteilyä, joka olisi taimille haitattomampi ja vähentäisi näiden vaurioitumisriskiä. Käyttämällä kuumaa ja kosteaa ilmaa sama vaikutus mansikkapunkkiin pyritään saamaan aikaiseksi huomattavasti alemmassa lämpötilassa kuin lämminvesikäsitteilyssä.

Tähänastisissa tutkimuksissa 100 %:sta torjuntatehoa ei ole saavutettu 30-60 minuutin käsitteilyssä käytettäessä kasveille vaarattomia lämpötiloja (Tuovinen 2002d). Yli 90 %:n tehokkuus on saavutettavissa, mutta jatkamalla tutkimuksia pidennetyin käsitteilyn vaikutuksista alemilla lämpötiloilla pyritään löytämään kasveille vaaraton, mutta punkkien kaikkiin kehitysasteisiin 100 %:sti tehoava käsitteily. Hankalinta höyrykäsitteilyssä taimien kannalta näyttää olevan satotaimien kukka-aiheiden tuhoutuminen. Myös höyrykäsitteilyn vaikutusta taimien kasvuun ja sadontuottoon tutkitaan ja verrataan vastaaviin lämminvesikäsitellyillä ja käsittelemättömillä taimilla.

Viljelykierto

Viljelykierto on hyvä suunnitella siten, että uutta mansikkalohkoa ei perusteta heti vanhan lohkon paikalle. Väilviljelykasvit vähentävät paitsi mansikkapunkin niin myös monien muiden tuholaisten esiintymistä ja oikein valittuina myös parantavat mansikan kasvuolosuhteita tulevaisuudessa. Suositeltava on ainakin kolmen vuoden viljelykierto muilla kasvilajeilla mansikkalohkolle ennen uutta istutusta, jotta paitsi mansikkapunkki niin myös maassa säilyvät taudit ja tuholaisten kuten juurilahon aiheuttajien ankeroiset ehtivät hävitä.

Suomessa suositaan monivuotista mansikan viljelyä (noin 4-6 vuotta samalla lohkolle) ja emotaimien ylläpitoa omalla tilalla (Tuovinen 2000b). Väli vanhan mansikkakasvuston hävittämisestä uuden perustamiseen samalla lohkolle on keskimäärin 1-3 vuotta. Samalla tilalla viljellään usein mansikkaa jopa kymmeniä vuosia.

Osaksi myös näistä tekijöistä johtuen mansikkapunkin on havaittu olevan täällä suurempi ongelma kuin Etelä-Euroopassa, jossa mansikan viljelyaika samalla lohkolle on yleensä lyhyempi. Tällöin viljelmällä ei säily monivuotista aktiivista tartuntamateriaalia ja mansikkapunkki ei ehdi nousemaan yhtä suureksi ongelmaksi vaikka ilmastolliset olosuhteet suosisivatkin mansikkapunkin lisääntymistä.

Käyttämällä puhtaita taimia lyhyessä viljelykierrossa voidaan mansikkapunkki-ongelmaa välttää melko tehokkaasti. Mansikkapunkki onkin useimmiten erityisesti vanhemman viljelmän ongelmana. Vaikka käytetään kasvustoa perustettaessa puhtaita taimia, monivuotisiin kasvustoihin yleensä aina jossakin vaiheessa tartunta pääsee ympäristöstä. Mansikkapunkki talvehtii kasvustossa, joten sen yksilömäärä yleensä kasvaa vuodesta toiseen. Uudistettaessa kasvusto talvehtimisvarastot saadaan tuhottua ja käyttämällä uudessa istutuksessa tervetaimia tai lämpökäsiteltyjä rönsytaimia voidaan ehkäistä uuden mansikkapunkki-infektion syntyä.

Uuden kasvuston istutus

Uudet mansikkalohkot on hyvä sijoittaa riittävän etäälle vanhoista kasvustoista (etäisyys vähintään 50 m) koska mansikkapunkki voi levitä myös tuulen ja hyönteisten mukana. Laajalti mansikkapunkkisaastuneet vanhat mansikkaviljelmät on tietenkin syytä hävittää kokonaan nopeasti, jotta saastunutta nuoremmille lohkoille ei pääse tapahtumaan. Kasvustoa istutettaessa on hyvä huomioida myös mahdollisten valuvesien suuntautuneisuus sillä rinnemailla punkit ja ankeroiset voivat kulkeutua jossain määrin myös veden mukana ylempää alemmille lohkoille.

Istutustiheys vaikuttaa viljelmän kosteusoloihin, tuholaisen leviämiskykyyn ja tautialttiuteen. Liian tiheä kasvusto suosii kosteassa viihtyvää mansikkapunkkia ja helpottaa sen leviämistä. Myös taudit kuten harmaahome iskevät helpommin kosteana pitkään säilyvään kasvustoon kuin ilmavampaan ja tätä kautta nopeammin kuivuvaan mansikkakasvustoon. Rönsyjä poistamalla voidaan ehkäistä mansikkapunkkitartunnan leviämistä toisiin kasviyksilöihin.

Mansikan istutuspaikan valinnassa on tärkeää paitsi aiempien mansikkalohkojen sijainti niin myös jossain määrin ympäröivä kasvillisuus. Tämä voi vaikuttaa huomattavasti viljelmän lämpö- ja kosteusoloihin. Tiheä metsikkö viljelmän ympärillä voi estää tuulen pääsyn kasvustoon ja tällöin kosteus voi nousta suureksi erityisesti sateisinä kesinä. Avara paikka nopeuttaa kasvuston kuivumista, mutta kova tuulisuus on haitaksi petopunkeille. Tuulensuojaistutukset antavat luontaisesti esiintyville petopunkeille enemmän suojapaikkoja ja tarjoavat niille ravintoa, ja siten auttavat niiden viihtymistä viljelmällä.

Riviväleissä useiden mansikan tuholaisongelmien ehkäisemisen kannalta suositeltavin vaihtoehto on ollut lyhyenä pidettävä tiheä nurmi (Tuovinen 2001a). Nataseos soveltuu hyvin juuri sen tiheän ja mattomaisen kasvutavan vuoksi, mikä estää myös rönsyjen juurtumista. Luontaisesta kasvustosta tuholaisia kuten ripsiäisiä, luteita ja kaskaita voi levitä helposti kasvustoon ja siksi leikkaus on syytä tehdä riittävän usein. Toisaalta petopunkkien viihtymisen suhteen hyödyllisiä ovat monipuolisesti esiintyvät kukkivat kasvilajit, jotka tarjoavat näille vararavintoa kuten siitepölyä.

Katteena mansikalla yleisesti käytettävä musta muovi muuttaa kasvuston mikroilmastoa jonkin verran kuivemmaksi ja lämpimämmäksi verrattuna viljelyyn ilman katemateriaalia, koska liika vesi yleensä valuu muovina pitkin pois ja musta muovi imee valoa ja lämpöä. Musta muovi nopeuttaa sekä mansikka- että vihannespunkin lisääntymistä. Vastaavasti avoviljelyssä mansikkapunkki lisääntyy hitaammin. Mansikan katekokeet, joissa on mukana myös erilaisia orgaanisia katteita kuten olki, vihersilppu, tattarinkuorirouhe ja hake, ovat parhaillaan käynnissä MTT:n toimesta hankkeessa ”Luomumansikan viljelytekniikan kehittäminen” (138-04). Hankkeessa selvitetään myös katteiden vaikutuksia mansikkapunkki-petopunkkivuorovaikutukseen.

Lajikevalinta

Mansikan lajikevalinnassa suositaan tällä hetkellä Suomessa Polka- lajiketta pitkään suosittuna pysyneen ja suomalaiseseen makuun sopivan Jonsok-lajikkeen ohella. Molemmat ovat kuluttajalle mieleisiä makunsa puolesta ja myös useimmilta viljelyominaisuuksiltaan hyviä. Aikaisena lajikkeena Honeoye:lla on vahva asema, vaikkakin tämä kaipaa usein

talvisuojausta meidän oloissamme. Talviharso suojaa myös mansikkapunkkia ja edistää sen talvehtimistä, millä voi olla hyvinkin suuri vaikutus seuraavan kesän mansikkapunkkitilanteeseen. Lajikevalinnassa ei siis keskeisenä valintaperusteena ole ollut mansikkapunkkialttius, sillä erot lajikkeiden välillä näyttävät olevan melko pieniä ja vaikeasti havaittavissa.

Mansikkapunkki näyttää viihtyvän kaikissa viljeltävissä mansikkalajikkeissa. Jonkin asteisia eroja lajikkeiden välillä on havaittu muun muassa MTT:n kotimaisia lajikkeita vertailevassa tutkimuksessa (Tuovinen 1994), jossa tutkitut lajikkeet olivat kestävimmästä alttiimpaan Hiku, Senga Sengana, Zefyr, Jonsok ja Bounty. Puolalaisessa tutkimuksessa (Labanowska & Bielenin 2002) vähiten mansikkapunkkia esiintyi lajikkeilla Senga Sengana, Redgauntlet, Dukat ja Marmolada, kohtalaisesti muun muassa lajikkeilla Honeoye, Kent ja Elsanta ja runsaimmin lajikkeilla Kama, Syriusz ja Gerida. Joillakin lajikkeilla mansikkapunkin vioitus näkyy muita selvemmin.

Lannoitus

Lannoituksen suhteen on hyvä huomioida se, että rehevä kasvusto yleensä houkuttelee tuhoeläimiä tehokkaammin kuin hillittykasvuisempi. Kun tuholaisilla on laadukasta ravintoa, jossa hiili/typpi-suhde on alhainen, ne kasvavat ja lisääntyvät paremmin. Jos kasvilla on käytössään paljon typpeä, sen lehtimassan kasvunopeus on suuri. Typen puutteessa hiiltä on suhteessa typpeen runsaasti ja hiilihydraatteja kertyy kasviin.

Näistä hiilihydraateista kasvi voi syntetisoida erinäisiä hiiliyhdisteitä, joilla on merkitystä kasvin puolustautumisessa kasvinsyöjiä vastaan. Niinpä alhainen typen saatavuus voi lisätä puolustusaineiden tuotantoa kasvissa ja näin heikentää kasvinsyöjien menestymistä. Toisaalta pitkään kestävä ravinnepuutos liian vähäisen lannoituksen johdosta voi heikentää kasvia niin voimakkaasti, että tautien ja tuholaisien on helpompi vaurioittaa kasvia.

Mansikka kuten muutkaan marjakasvit ei tarvitse voimakasta typpilannoitusta. Joten kohtuullinen, mutta riittävä lannoitus ja maan pH:n säätäminen kalkituksella on tärkeää myös mansikan tuholaiistorjunnan kannalta.

Viljelyhygieniä

Hyvään viljelyhygieniaan kuuluu ennen kaikkea oikea työjärjestys: puhtaat lohkot käsitellään ensin, saastuneet viimeiseksi. Tämä on huomioitava aina työskenneltäessä viljelmällä ja järjestys koskee kaikkia hoitotoimenpiteitä. Hygienialla on vaikutusta kaikkien tuholaisien ja tautien leviämiseen, mutta erityisesti sillä on merkitystä pienten ja heikosti havaittavien punkkituholaisien leviämisenopeuden kannalta.

Suurin riski tuholaisien levittämiselle on todennäköisesti poimintavaiheessa, sillä ainakin itsepoimintatiloilla valvonta on hankalaa. Muita otollisia saastunnan leviämisvaiheita viljelmällä ovat rivivälien leikkaus (koneet), rönsytaimien otto ja rönsyjen poisto, kevätharjaus ja syysniitto. Työvälineiden ja työntekijöiden mukana voi tartunta levitä melko helposti ja niinpä koneita ja käsiäkin olisi hyvä puhdistaa aina liikuttaessa lohkolta toiselle.

Mansikkapunkit voivat säilyä hengissä esimerkiksi vaatteissa ja työvälineissä muutamia päiviäkin. Myös kasvijätteen käsittelyn on suoritettava asianmukaisesti, sillä näissä

punkit voivat säilyä jopa viikkoja. Punkit tuhoutuvat esim. jätteistä varmimmin yli 50 ° lämmössä puolessa tunnissa (Tuovinen 2002d). Myös pakkaslämpötilat ovat tehokkaita punkkien tuhoamisessa.

1.2.2 Biologisen torjunnan mahdollisuudet mansikkapunkin torjunnassa

Mansikkapunkin biologinen torjunta perustuu Suomessa tällä hetkellä *Amblyseius cucumeris* –ripsiaispetopunkin hyödyntämiseen lajin saalistajana. Laji on MTT:n vertailukokeissa havaittu tehokkaimmaksi ja taloudellisesti kannattavimmaksi mansikkapunkin biologiseksi torjuntaeliöksi tällä hetkellä (Tuovinen 1998).

Petopunkit ovat osa integroitua torjuntaa, jolla mansikkapunkkitilanne voidaan pitää hallinnassa ja sen merkitys on suuri luonnonmukaisessa mansikantuotannossa. Vahvimmillaan petopunkit ovat ennaltaehkäisevänä toimenpiteenä.

Suomessa esiintyy myös luontaisesti useita petopunkkilajeja, jotka käyttävät ravinnokseen kasvinsyöjäpunkkeja. Myös tätä vuorovaikutusta hyväksikäyttämällä voidaan ehkäistä mansikkapunkin aiheuttamia satovahinkoja.

Viljelmällä vallitseva tilanne petopunkkien määrän ja lajirunsauden suhteen vaihtelee monien eri tekijöiden kuten ympäröivän kasvillisuuden, lämpötila- ja kosteusolojen ja torjunta-aineiden käyttörunsauden suhteen.

Petopunkkien yksilömäärä vaihtelee melko suuresti myös vuosittain ja alueittain. Luomumansikan viljelyssä ja tiloilla, joilla ei käytetä petopunkeille haitallisia torjunta-aineita, näiden toteuttama biologinen torjunta on yleensä vahvimmillaan. Useimmiten tilanne on kuitenkin se, että mansikkapunkin tehokkaaseen torjuntaan biologisesti tarvitaan kasvustoon keinotekoisesti lisättyjä petopunkkeja.

Mansikkapunkin biologisen torjunnan onnistumiseen vaikuttavat monet tekijät kuten mansikkapunkkien esiintymismäärä loholla keväällä, petopunkkien levitysajankohta, sääolot petopunkkien levitysaikana ja heti sen jälkeen, sekä muut loholla suoritettavat torjuntatoimenpiteet ja näiden ajoitus. Näistä vain osaan voidaan vaikuttaa.

Petopunkkien käyttöä kasvinsyöjäpunkkien ja myös mansikkapunkin biologisessa torjunnassa on tutkittu maailmalla ja meillä Suomessa aktiivisesti ja tutkimustulokset antavat jatkuvasti uutta tietoa niiden torjuntakapasiteetista ja parhaiten juuri mansikkapunkille sopivista saalistajalajeista. Ripsiaispetopunkkien käyttö viljelmällä on jo monelle mansikan viljelijälle arkipäivää ja luonnonmukaisessa mansikantuotannossa erityisen tärkeässä asemassa.

Petopunkit pystyvät hidastamaan mansikkapunkin lisääntymistä ja leviämistä, mutta eivät yleensä kokonaan torjumaan sitä. Infektion ennaltaehkäisyssä nuorena mansikkakasvustossa jo ennen laajemman mansikkapunkki-infektion alkamista petopunkkien käyttö on perusteltua ja sen torjuntateho on hyvä. Kuitenkin biologinen torjunta vaatii vielä kehitystyötä, jotta mansikkapunkin torjunta voitaisiin jättää kokonaan sen varaan. Tehokkuus ei ainakaan vielä tässä vaiheessa riitä torjumaan laajalle levinnyttä mansikkapunkki-infektiota, mutta mansikkapunkin ehkäisyssä, infektion laajenemisen ja kannan lisääntymisen estämisessä ja muun torjunnan tukena petopunkkien käytöllä

saavutetaan reiluja etuja. Mahdollisuus torjuntaan koko kasvukauden ajan tuo suuren lisäedun verrattuna kemiallisen torjunnan mahdollisuuksiin.

Petopunkit voivat hidastaa kannan runsastumista niin, että 3-4 vuotta kestävässä viljelykierrossa pärjätään ilman kemiallista torjuntaa. Biologisen torjunnan kehittäminen on tärkeää sekä luomutuotannon että tavanomaisen tuotannon kannalta. Mahdollisuudet yhdistettyyn biologiseen ja kemialliseen torjuntaan tuovat lisätehoa vaikeimpien tuholaisten torjuntaan.

1.2.3 Kemiallisen torjunnan mahdollisuudet mansikkapunkin torjunnassa

Mansikkapunkin kemiallinen torjunta Suomessa perustui aiemmin vahvasti endosulfaanin (kauppanimi *Thiodan*) käyttöön tehoaineena, koska se oli käytännössä ainut todella tehokas kemikaali lajin torjuntaan. Vuonna 1995 sen käyttö rajoitettiin emotaimituotantoon ja vuoden 2001 jälkeen se on poistettu torjunta-ainerekisteristä ja sen käyttö on kielletty meillä kokonaan ympäristösyistä kuten haitallisuuden vesistöille, myrkyllisyyden levittäjille ja hitaan hajoamisen vuoksi.

Tämän jälkeen sille on etsitty torjuntavaikutukseltaan yhtä tehokasta seuraajaa. Tässä ei kuitenkaan olla täydellisesti onnistuttu. Metiokarbia (*Mesuroi 500 SC*) ja kinometionaattia (*Morestan* ruiskutejauhe) on käytetty mansikkapunkkia vastaan, mutta niiden torjuntateho on vain noin 80-90% parhaimmillaan. Useimmiten tulos on vielä tätä heikompi, koska valmiste on hankalaa saada kasvin kasvupisteeseen, missä mansikkapunkit elävät.

Morestan -valmisteen rekisteröinti on edelleen voimassa, mutta Bayer valmisti tätä lähinnä pohjoismaiden markkinoille ja on nyt lopettanut sen valmistuksen heikon menekin vuoksi, joten tällä hetkellä metiokarbi (*Mesuroi 500 SC*) on käytännössä katsoen ainoa mansikkapunkin kemiallinen torjunta-aine. Niinpä tämän käyttöä tulevaisuudessa voi haitata torjunta-aineresistenssin kehittyminen mansikkapunkkikannassa.

Paras, noin 90%:n teho saavutetaan yleensä suorittamalla kaksi käsittelyä nuorissa, väljissä kasvustoissa, joissa torjunta-aine todennäköisesti saavuttaa parhaiten mansikkapunkit kasvin tyveltä ja suppulehdistä. Koska torjunta-aine ei tuhoa mansikkapunkin munia, vaaditaan hyvään tulokseen uusintakäsittely 10-14 vuorokauden kuluttua ensimmäisestä käsittelystä. Tällöin ensimmäisestä käsittelystä selvinneet munat ovat jo kuoriutuneet, mutta nämä yksilöt eivät ole vielä ehtineet munia uusia munia. Loppukesällä, heti sadonkorjuun jälkeen, käsittelyistä saadaan suurin hyöty.

Punkit voivat lisääntyä vielä elo-syyskuussakin, joten seuraavan vuoden satotappiot kasvavat kukka-aiheiden muodostumisen kärsiessä, jos torjunta viivästyy. Loppukesästä mansikkapunkkien määrä on suurimmillaan ja tämän johdosta ne myös liikkuvat kasvustossa aktiivisimmin. Ruiskutus voi tällöin myös tavoittaa aktiivisemmin liikkuvat punkit helpommin. Jos syksy on erityisen lämmin ja pitkä ennen viileämpiä oloja, voidaan tarvita vielä lisäkäsittelyä myöhemmin syyskuussa.

Ruiskutuksen käytännön suorittaminen on mansikkapunkin hankalahkon saavutettavuuden vuoksi varsin vaativaa ja käytettävän nestemäärän ja paineen on oltava suuri. Toisaalta suuri nestemäärä voi myös lisätä kemikaalin huuhtoutumista ympäristöön. *Mesuroi 500 SC*:tä käytettäessä paineruiskulla levitettäessä nestettä tarvitaan 1500-2000 l/ha ja sopiva käyttöväkevyys on 0.15%. Sumuruiskulla suositeltava nestemäärä on 500-1000 l/ha ja

käyttöväkevyyks 0.3%. Oma ongelmansa on myös riviväliin juurtuneet kasvit, jotka on myös saatava käsiteltyä, jotta näihin ei jää uutta tartuntaa synnyttävää pesäkettä.

Mansikkapunkin kemiallinen torjunta syksyllä metiokarbilla on monilla tiloilla välttämätön toimenpide, jotta pahimmat mansikkapunkkipesäkkeet saadaan tuhottua. Mitä enemmän samaa tehoainetta kuitenkin käytetään, sitä todennäköisemmin luonnon valinnan kautta kehittyä tälle vastustuskykyisiä tuholaiskantoja. Tämä on jo osoittautunut merkittäväksi ongelmaksi vihannespunkin kemiallisessa torjunnassa.

Myös ympäristöhaitat voivat tulla ongelmaksi, kun tietyllä alueella käytetään useita vuosia suuria määriä samaa kemikaalia. Säilyvyys maassa voikin olla luultua pidempiaikaista ja kemikaalilla voi olla tällöin vaikutusta maaperäorganismeihin ja kulkeutuminen pohjavesiin voi myös lisääntyä. Käyttörajoitukset voivat olla uhkana useille tänä päivänä käytössä oleville torjunta-aineille ja niiden käyttöä ja siitä mahdollisesti aiheutuvia ympäristöhaittoja pyritään jatkuvasti vähentämään. Uusien korvaavien, ympäristölle haitattomampien torjunta-ainevalmisteiden kehittäminen on toivottavaa, mutta hankalaa.

1.3 Mansikkapunkin merkitys mansikan tuholaisena taloudelliselta kannalta

Mansikkapunkki on hankala tuholainen torjuttavaksi erityisesti sen nopean lisääntymiskyvyn ja vaikean saavutettavuuden kasvustossa takia. Sen rooli mansikkaviljelysten tuholaisena on merkittävä juuri sen suoran vaikutuksen satotasoon kautta. Mansikkapunkki aiheuttaa satotappioita helposti, koska sen määrä lisääntyy yleensä infektion päästessä alkuun nopeassa tahdissa. Satotappiot voivat nousta aina 30-50 %:n saakka. Pitkissä viljelykierroissa se voi helposti muodostua taloudellisesti merkittäväksi tuholaiseksi avomaalla ja myös lämpimät ja kosteat kasvihuoneolot suosivat tämän lisääntymistä kasvihuoneeseen päästyään nopeasti ongelmalliselle tasolle.

Mansikkapunkkien esiintymismäärän vaikutusta sadonmenetykseen on pyritty määrittelemään eräänlaisen kertoimen avulla, joka helpottaa myös torjunnan kannattavuuden arviointia. Tutkimusten perusteella MTT:ssä on määritetty alustava kerroin, jota käyttäen voidaan määrittää satotappio perustuen mansikkapunkkien määrään lehteä kohti (Tuovinen 2000a). Näin voidaan ennakoita tulevaa satotappiota jo kevään mansikkapunkkimäärien perusteella kun tiedetään mansikkapunkin keskimääräinen lisääntymiskapasiteetti. Torjunnan onnistumista voidaan myös arvioida vertailemalla arvioitua satotappiota ilman torjuntaa ja todettua torjunnan jälkeen.

2 PETOPUNKIT BIOLOGISINA TORJUNTAELIÖINÄ

2.1 Yleistä petopunkteista: ominaisuudet ja elintavat

Petopunkit kuuluvat *Phytoseiidae* -heimoon ja heimon lajeja esiintyy laajalti kaikissa maanosissa. Eri lajien esiintyvyys riippuu runsaasti ilmastollisista oloista. Kooltaan, ulkomuodoltaan ja ravintotottumuksiltaan eri lajit voivat vaihdella melko paljonkin. Lajien tunnistamisessa verrataan erityisesti selkäkilpeä, vatsapuolen kilpiä ja näihin kiinnittyneitä sukasia.

Kooltaan petopunkit ovat harvoin yli 0,5 mm, joten ne ovat usein lähes samankokoisia kuin saalislajinsa. Naaraat ovat yleensä hieman koiraita suurempia ja kokoero on erityisen selvä, kun naaras on munintavalmis. Petopunkeilla on viisi kehitysastetta: muna-, toukka-, protonymfi-, deutonymfi- ja aikuisaste. Toukalla on kolme raajaparia, muilla asteilla neljä.

Petopunkit ovat yleensä pinnaltaan kiiltävänhoitoisia ja muodoltaan päärynämäisiä. Niillä on voimakkaat leuat, joilla ne tarttuvat saaliiseen ja imevät suuosat, joilla ravinnonhankinta tapahtuu. Lisäksi niillä on omat tunnistuselimet ravinnon havainnointiin.

Lajit vaihtelevat väritykseltään valkoisesta ruskeanpunaiseen. Petopunkit eivät vaurioita itse kasveja vaan käyttävät ravinnokseen pääasiassa kasvinsyöjiä tai siitepölyä. Ne liikkuvat yleensä selvästi saalislajejaan nopeammin ja voivatkin kulkea pitkiä matkoja kuten useita metrejä kasvustossa. Myös tuulen mukana petopunkit kuten useimmat muutkin punkkilajit voivat levitä jopa useita kymmeniä metrejä. Petopunkkien on havaittu pystyvän käyttämään apunaan saalislajinsa ja kasvien tuottamia haihtuvia yhdisteitä hajusignaaleina suunnistautumisessaan ravintoa etsiessään.

Eri petopunkkilajeilla on omat lämpötila- ja kosteusvaatimuksensa. Yleensä eduksi useimmille petopunkeille on korkea suhteellinen ilmankosteus. Kosteuden ja lämpötilan suhteen vaativia lajeja on muun muassa *Phytoseiulus persimilis*, jota käytetään erityisesti vihannespunkin torjuntaan kasvihuoneissa. Mansikkapunkin biologiseen torjuntaan laajalti käytetty *Amblyseius cucumeris* säilyy meidän ilmasto-oloissamme avomaalla kesän, mutta ei pysty talvehtimaan.

Kotimaiset petopunkkilajit sen sijaan kykenevät talvehtimaan kasvustossa ja naaraat menevät ns. diapaussiin eli lepotilaan, jolloin ne eivät muni. Lepotilan käynnistää päivän lyheneminen ja vastaavasti se päättyy keväällä päivän pidentessä. Kaupallisesti tuotetut petopunkkikannat on jalostettu siten, että ne eivät mene lepotilaan vaan voivat toimia tehokkaasti kasvihuoneissa vuoden ympäri.

Sekä olosuhteet että ravinnon saatavuus vaikuttavat runsaasti petopunkkien lisääntymisnopeuteen ja liikkuvuuteen kasvustossa. Erityisesti munintavaiheessa petopunkkinaaras tarvitsee runsaasti ravintoa. Ravinnon väheneminen ja petopunkkitiheyden kasvu lisäävät petopunkkien liikkumisaktiivisuutta. Siksi tehokkaaseen biologiseen torjuntaan petopunkkien avulla tarvitaan myös kasvinsyöjien tai muun vaihtoehdoisen ravinnon esiintymistä kasvustossa.

Hyvän petopunkkilajin ominaisuuksia kaupallisen kasvatuksen ja käytännön torjunnan onnistumisen kannalta ovat tuholaislajin suosiminen saaliina muihin lajeihin verrattuna, aktiivinen saaliinetsimiskyky, kyky käyttää vaihtoehtoista ravintoa kuten siitepölyä tai kyky selvitä pitkiä aikoja ravinnotta, laaja sietokyky lämpötila- ja kosteusolojen suhteen, saaliiseen verrattuna nopeampi lisääntymiskyky ja hyvä liikkumiskyky kasvustossa.

2.2 Petopunkkien käyttö kasvinsyöjäpunkkien biologisessa torjunnassa: eri lajien kyky ja tehokkuus saalistaa mansikkapunkkia

Mansikkapunkkia saalistavia petopunkkilajeja on löydetty tutkimuksissa useita. Jo 1950-luvulla Kaliforniassa havaittiin *Typhlodromus reticulatus*- ja *A. cucumeris* -petopunkkien

saalistavan mansikkapunkkia. Ripsiäispetopunkki *A. cucumeris* onkin tehokas yleissaalistaja. Koska lajia on suhteellisen edullista kasvattaa ja kotimaisia lajeja ei ole vielä kaupallisesti saatavana, on *A. cucumeris* tällä hetkellä Suomessa ainoa viljelijän käytettävissä oleva ja taloudellisesti järkevä mansikkapunkin biologinen torjuja. Sen saalistustehokkuus mansikkapunkille on suhteellisen hyvä, sen kasvatusten menetelmät ovat pitkälle kehiteltyjä ja sen hankintahinta on halpa.

Suurin osa petopunkeista saalistaa kehrääjä- ja äkämäpunkkeihin kuuluvia kasvinsyöjäpункkeja kuten vihannespunkkia, ja mansikkapunkkia saalistavia lajeja on etsitty useimmiten jo vihannespunkille tehokkaiksi osoittautuneista lajeista. Mansikkapunkkia saalistavia lajeja ovat tutkimusten perusteella muun muassa *Amblyseius californicus*, *Neoseiulus fallacis*, *Typhlodromus pyri*, *Amblyseius reductus* ja *Amblyseius andersoni*.

Vaikka monet petopunkkilajit saalistavatkin mansikkapunkkia tietyissä olosuhteissa, on biologinen torjunta viljelyoloissa riippuvainen monista muista tekijöistä. Lämpötila ja kosteus ovat yleisimpiä ja merkittävimpiä petopunkkien menestymiseen vaikuttavia tekijöitä. Siksi tarvitaan useita lisääntymis- ja saalistuskokeita kenttäolosuhteissa, jotta nähdään lajien todellinen käyttökelpoisuus ja kapasiteetti mansikkapunkin saalistajina käytännön olosuhteissa. Meidän oloihimme vaaditaan lajeilta tiettyä kylmänkestävyyttä ja siksi kaupallisesti saatavissa olevat tuontipetopunkit eivät pysty talvehtimaan meillä kasvustossa avomaalla. Tutkimalla kotimaisia lajeja, voitaisiin saada hyviä tuloksia kylmänkestävyyden suhteen.

Yleissaalistajien etuna on monipuolisen ruokavalion mukanaan tuoma mahdollisuus selvittää monenlaisissa olosuhteissa. Jos ensisijaista ravintoa ei kasvustosta löydy, on näillä lajeilla mahdollisuus siirtyä käyttämään ravinnokseen vaihtoehtoista punkki- tai hyönteislajia tai elää tarvittaessa myös siitepölyn varassa.

Hyötynäkökohtana viljelijälle on myös petopunkin kyky torjua useita eri tuholaislajeja. Esimerkiksi *A. cucumeris* saalistaa mansikkapunkin lisäksi muun muassa vihannespunkkia ja ripsiäisiä. Toisaalta jos petoja on kasvustossa niukasti ja eri tuholaislajeja esiintyy runsaana valikoimana, voi mansikkapunkin torjunta kärsiä muiden tuholaisien kustannuksella. Tällöin petojen ei tarvitse lähteä etsimään ravintoaan hankalasti saavutettavista suppulehdistä ja kasvin tyveltä. Petopunkkien ja kasvinsyöjien keskinäisiä vuorovaikutussuhteita on erilaisissa kenttäoloissa tutkittu jonkin verran, mutta selkeitä johtopäätöksiä on ollut vaikeaa tehdä, koska vaihtelu eri olosuhteiden mukaan on ollut varsin suurta.

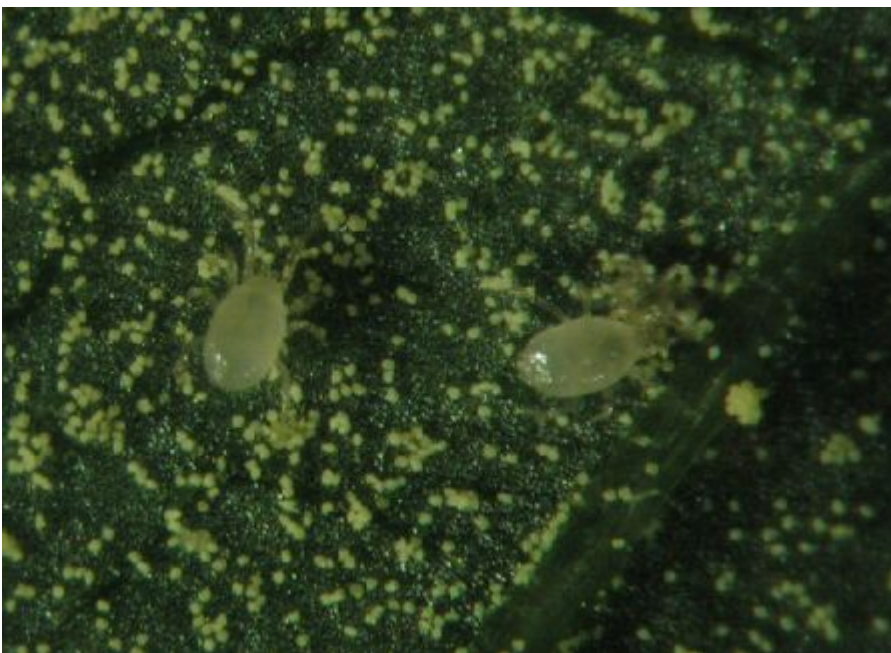
Amblyseius californicus on yleisesti käytetty vihannespunkin biologiseen torjuntaan kasvihuoneissa ja myös avomaalla esimerkiksi Australiassa ja Yhdysvalloissa. Laji saalistaa myös mansikkapunkkia ja voisi siksi olla myös tämän potentiaalinen biologinen torjuja ainakin kasvihuoneviljelyssä. Avomaalla tulokset eivät ole olleet meidän oloissamme lupaavia vaan Tuovisen (1998) mukaan laji oli loppukesästä lähes hävinnyt kasvustosta kun sitä oli lisätty kasvustoon 35 000 kpl hehtaarille. Lajin käyttöä mansikkapunkin biologisessa torjunnassa voi vähentää sen suurempi hankintahinta verrattuna edulliseen *A. cucumerikseen*. Ansarietopunkki *Phytoseiulus persimilis*, jota myös käytetään paljon vihannespunkin biologiseen torjuntaan kasvihuoneissa ja avomaalla, ei saalista mansikkapunkkia ja vaatii tarpeeksi korkeita ulkolämpötiloja selvitäkseen, joten laji ei todennäköisesti sopeudu kovinkaan hyvin meillä käytettäväksi

avomaalla. Tuovisen tutkimuksessa (1998) laji oli *A. californicuksen* tapaan lähes hävinnyt kasvustosta. *Amblyseius fallacis* torjui mansikkapunkkia laboratoriokeudessa nopeammin kuin *A. cucumeris*, joka kuitenkin aiheutti pitempiaikaisen torjuntavaikutuksen (Croft ym. 1998). *A. fallacis* on menestynyt biologisena torjuntaeliönä muun muassa Kanadassa, jossa laji pystyy myös talvehtimaan maassa. Kannan kasvu on kuitenkin melko hidasta. Jotta ripsiäispetopunkille löydetään vaihtoehtoja mansikkapunkin biologisessa torjunnassa, tarvitaan paitsi hyviä tuloksia laboratoriossa niin myös menestystä käytännön olosuhteissa ja kehittyneitä tuotantomenetelmiä.

2.3 Kotimaiset mansikalla esiintyvät petopunkkilajit mansikkapunkin torjujina

Suomessa esiintyy luontaisesti useita täällä talvehtimiskykyisiä petopunkkilajeja. Petopunkeilla on useita sukupolvia vuodessa ja ne kykenevät lisääntymään nopeasti, kun ravintoa vain on saatavilla. Näillä on merkitystä useiden kasvinsyöjätuholaisten luontaisina vihollisina monilla eri kasvilajeilla kuten marjakasveilla ja omenalla. Lisäksi useat lajit pystyvät myös elämään ja lisääntymään käyttämällä kasvien siitepölyä tai nektaria ravinnokseen.

Meillä esiintyvät petopunkit suosivat elinympäristönään useita lehtipuita ja pensaita kuten hevostakanjaa, jalavaa, lehmusta, pihlajaa, raitaa, saarnia, tuomea, orapihlajaa, pähkinäpensasta, omenapuuta ja *Ribes*- ja *Rubus*-lajeja. Suurinta osaa lajeista esiintyy vain melko ajoittaisesti ja vain suhteellisen pieninä määrinä, vain tietyllä tai muutamalla kasvilajilla tai tietyllä seudulla. Muutamaa lajia esiintyy suurempina tiheyksinä, useammilla kasvilajeilla ja tasaisemmin. Näitä lajeja kuten esimerkiksi Suomessa yleisimmin esiintyvää *Euseius finlandicus* (Oudemans)-petopunkkilajia (kuva 7) voidaan pitää tuholaisille merkittävänä luontaisina vihollisina. Laji viihtyy erityisesti pehmeälehtisillä puilla kuten omenapuulla ja pensailta, ei niinkään ruohovartisilla kasveilla, mutta sitä tavataan satunnaisesti myös mansikalta. *E. finlandicus* talvehtii syvällä puun kuoren halkeamissa ja muissa suojaavissa paikoissa.



Kuva 7. *Euseius finlandicus* –petopunkkeja. Kuva: Jarmo Holopainen 2001.

E. finlandicus -lajin soveltuvuutta mansikkapunkin torjuntaan on tutkittu myös MTT:ssä aktiivisesti ja 1990-luvulla on myös saatu kehitettyä lajista organofosfaatti-hyönteistorjunta-aineille vastustuskykyinen kanta. Lajin kasvatusmenetelmiä on kehitetty paljon ja hyödyksi tulevaisuudessa olisi saada myös tämä, meillä talvehtimiskykyinen laji kaupalliseen tuotantoon. Lajin kasvatusta helpottaa sen hyvä menestymiskyky myös siitepölyravinnolla.

Mansikalta on Suomessa löydetty yhteensä 15 eri petopunkkilajia (Tuovinen & Tolonen 2002). Tuovisen (1995a) tutkimuksessa kotimaisilta mansikkaviljelyksiltä tunnistettiin yhteensä 12 eri petopunkkilajia, joista *Anthoseius rhenanus* (Oudemans) oli runsaimmin esiintyvä laji. Laji saalistaa sekä mansikkapunkkia että vihannespunkkia ja talvehtii samoissa paikoissa mansikkakasvustossa kuin mansikkapunkkikin. Lajin tiheys oli maksimissaan yli 1 kpl/ lehti. *A. rhenanus* suosimia isäntäkasveja ovat mansikan lisäksi muun muassa tervaleppä, orapihlaja, omenapuu, imeläkirsikka, mustaherukka ja kotipihlaja.

Muut mansikalla esiintyneet lajit voidaan jakaa kahteen ryhmään: toiseen kuuluu lajeja, joita löytyy pääasiassa vain mansikalta ja esiintymistiheys oli ainakin joillakin alueilla runsas (Tuovinen 2001b). Tällaisia olivat muun muassa *Amblyseius reductus*, *Amblyseius tenuis*, *Amblyseius zwoelferi* ja *Proprioseiopsis okanagensis*. Nämä muodostavat kotimaisten petopunkkien perusr ryhmän, josta mahdollisesti voidaan löytää sopivia luontaisia vihollisia biologisen torjunnan toteuttamiseen.

Toisen ryhmän lajeja esiintyi vain selvästi pienempinä tiheyksinä ja muutamilla alueilla ja suurin osa näistä näytti esiintyvän vain väliaikaisesti mansikalla. Näihin kuului esimerkiksi vadelmalla yleisempi laji *Phytoseius macropilis* (Banks). Kotimaisista petopunkeista lupaavimpia mansikkapunkin saalistajina näyttävät olevan *A. rhenanus*, *Euseius finlandicus* (Oudemans) ja *Amblyseius reductus*.

Kahden ensimmäisen lajin kanssa tutkimukset käytännön viljelyolosuhteissa ovat MTT:llä käynnissä (Hanke 138-04 "Luomumansikan viljelytekniikan kehittäminen"). Kaikki nämä lajit saalistavat sekä vihannespunkkia että mansikkapunkkia. *A. rhenanus* näyttäisi sopivan ominaisuuksiltaan parhaiten juuri mansikkapunkin saalistamiseen. *E. finlandicus* -lajia esiintyy luontaisesti monilla kasveilla ja se voi käyttää ravintonaan myös siitepölyä, mikä parantaa sen selviytymismahdollisuuksia alueilla, joissa punkkitiheys on alhainen. *A. rhenanus* ja *A. reductus* yhteispopulaatio pystyi kontrolloimaan mansikkapunkkia ja vihannespunkkia Tuovisen (1995b) tutkimuksen mukaan hyvin. Lajeja esiintyi myös avautumattomissa suppulehdissä, joissa mansikkapunkki erityisesti viihtyy. Lajit voivat talvehtia mansikalla ja käyttää vaihtoehtoisena ravintona esimerkiksi koivun siitepölyä.

Kotimaisten lajien etuna verrattuna tuontilajeihin on juuri niiden kyky talvehtia kasvustossa, mikä vähentäisi investointi- ja työkustannuksia, kun petopunkkeja ei tarvitse hankkia ja levittää ainakaan yhtä paljon joka kevät. Kotimaisten petopunkkilajien tutkimus mansikkapunkin saalistajina mansikkakasvustossa antaa suuntaa lajien hyödyntämismahdollisuuksista ja jos tulokset ovat hyviä, nämä kotimaiset lajit voivat tulevaisuudessa antaa vaihtoehdon tuontipetopunkin *Amblyseius cucumeris* käytölle.

MTT:n tutkimuksessa (Hanke 138-04 "Luomumansikan viljelytekniikan kehittäminen") ensimmäisenä kesänä 2001 mansikkapunkin lisääntyminen pysyi petopunkkien avulla hyvin kurissa verrattuna mansikkapunkin normaaliin lisääntymiseen ilman petojen

vaikutusta (Kivijärvi ym. 2001). Suurimmat koealueilla Mikkelissä havaitut mansikkapunkkien kokonaismäärät olivat 33.1/lehti (käsittelemättömällä kontrollialueella harmaahomekokeessa), muuten määrät vaihtelivat 1-16 kpl/lehti. Yksittäisissä kasveissa esiintyi kuitenkin mansikkapunkkipesäkkeitä (mansikkapunkkeja yhteensä >100/lehti).

Vielä tällä hetkellä kotimaisia, meillä talvehtimaan pystyviä lajeja ei siis ole kaupallisesti saatavilla, mutta tutkimustyön edetessä tähänkin toivottavasti päästään. Näiden kaupallinen tuottaminen täytyy saada myös suhteellisen kannattavaksi eli tuotantohinnan olisi oltava melko lähellä kemiallisen torjunnan vaihtoehtoja tai *A. cucumeris* -lajin käyttöä. Toisaalta vaikka investointipanos näihin kotimaisiin lajeihin olisi suurempi, niin etuna olisi se, ettei joka vuosi tarvittaisi ainakaan yhtä suurta lisäysmäärää kasvustoon edellyttäen onnistunutta talvehtimista. Kotimaisten lajien avulla olisi mahdollista aikaansaada viljelmälle ”puskurivaikutus” kasvustoon satunnaisesti ihmisten, hyönteisten tai lintujen kautta kulkeutuvia mansikkapunkkeja vastaan, johon pyritään erityisesti luomutuotannossa. Tässä suhteessa juuri kotimaisilla lajeilla näyttää olevan paremmat mahdollisuudet kuin tuontilajeilla.

Tuontilajien lisääminen mansikkakasvustoon ei tähänastisten tulosten mukaan johda haitalliseen kilpailuun kotimaisten lajien kanssa, sillä luontaiset lajit voivat hyödyntää monipuolisesti muuta ravintoa ja löytävät vaihtoehtoista ravintoa silloinkin, kun kasvinsyöjäpunkkeja on vähän.

Petopunkkien parempaa säilymistä mansikkakasvustossa ja tehokkaampaa houkuttelemista mansikoille pyritään myös tutkimaan ja kehittämään. Useiden eri kasvilajien on havaittu tuottavan monenlaisia signaaliyhdisteitä, joilla voi olla merkitystä kasvin puolustautumisessa tuholaisia tai tauteja vastaan. Kasvinsyöjän vaurioittaessa kasvisolukkoa kasvit voivat vapauttaa haihtuvia orgaanisia yhdisteitä, hajuaineita, joilla ne viestittävät toisille kasviyksilöille tai kasvinsyöjän saalistajille kasvinsyöjän olemassaolosta. Vuorovaikutus on todistettu useilla eri kasvilajeilla ja tuholais- ja saalistajalajeilla kuten pavulla vihannespunkin vaurioittaessa sitä, jolloin petopunkit suuntautuvat tehokkaammin vihannespunkkipavulle kuin vastaavalle pavulle ilman punkki-infektiota. Mansikalla ei vastaavan vuorovaikutuksen toimimista ole tutkimuksissa vielä osoitettu.

2.3.1 Petopunkkien luontainen esiintyminen mansikkakasvustossa: mahdollisuudet tukea lajien esiintyvyyttä

Niveljalkaisten esiintymismäärä ja petopunkkien luontainen määrä on havaittu suuremmaksi luonnonmukaista tuotantoa harjoittavilla mansikkaviljelmillä kuin IP- ja tavanomaista tuotantoa harjoittavilla tiloilla (Tuovinen & Tolonen 2002, Tuovinen 1995a, Piirainen ym. 1999). Tähän eroon vaikuttanee osittain kemiallisten torjunta-aineiden käyttö. Tosin viljelmän iällä ja erityisesti viljelmää ympäröivän kasvillisuuden määrällä ja laadulla on suuri merkitys lajirunsauteen ja lajin sisäisiin lukumääriin. Tämän osoittaa se, että myös saman tuotantos suunnan viljelmien välillä esiintyy suuria eroja lajien esiintymisissä ja -runsauksissa.

Biologista torjuntaa käytettäessä on tärkeää huomioida hyödyllisten lajien, olivatpa ne sitten luontaisesti esiintyviä tai viljelmälle lisättyjä, menestymiseen vaikuttavat tekijät. Biologisia torjuntaeliöitä voikin ajatella tietyllä tavalla osana viljelmän lajistoa, jota myös täytyy hoitaa kuten satokasveja tai kotieläimiä. Myös nämä tarvitsevat riittävästi ruokaa ja

suojapaikkoja. Biologisten torjuntaeliöiden menestymistä tulee suosia luomalla näille hyvät elinolosuhteet ja välttämällä näihin kohdistuvia haittavaikutuksia. Hyödyllisten lajien biologia tulee siksi tuntea riittävän hyvin, että tiedetään mikä näille on suotuisaa ja mikä haitallista. Ymmärtämällä petojen biologiaa voidaan luoda näille parhaat olot ja edesauttaa kannan menestymistä viljelmällä. Tärkeää on tietää missä pedot talvehtivat, mitä vaihtoehtoista ravintoa näille on saatavilla viljelmällä ja onko tätä riittävän tasaisesti koko kasvukauden ajan ja riittävän lähellä, mitä suojaa pedot tarvitsevat kasvukaudella ja onko näitä suojapaikkoja riittävän tasaisesti.

Vaihtoehtoinen ravinto tarkoittaa yleisimmin kukkivia kasveja, joista pedot voivat saada siitepölyä ja nektaria vaihtoehtoiseksi ravinnoksi silloin kun saalislajien tiheys on vähäinen. Eri aikaan kukkivia kasveja onkin siis hyvä suosia, jotta ravintoa löytyy tasaisesti kasvukaudella ja aina kun pedot tätä tarvitsevat. Parin viikon tauko voi olla kohtalokas, mikäli samaan aikaan sattuu saalislajien tiheyden suuri väheneminen.

Valittaessa väli- ja katekasveja voidaan huomioida mahdollisuudet tuottaa pedoille vararavintoa ja myös suojapaikkoja. Väli- ja katekasvien vaikutus lämpötilaan kasvustossa voi olla lämpiminä jaksoina merkittävä ja ne voivat tarjota pedoille näiden kaipaamia varjopaikkoja päivällä lämpötilan noustessa erityisen korkeaksi. Myös kosteusolot voivat olla täällä ajoittain pedoille suotuisimmat.

Rikkakasvien ja muiden ei-satokasvien poisto täydellisesti viljelmältä voi olla kohtalokas petopunkkikannalle kun vararavintoreservi ja suojapaikat poistuvat äkillisesti. Erilaiset kukkivien kasvien kaistat (esimerkiksi joka toinen riviväli) helpottavat petojen säilymistä kasvustossa kun näille tarjotaan mahdollisuus siirtyä suotuisille alueille ympäristön muuttuessa toisaalla. Myös muilla viljelytoimenpiteillä ja ympäristötekijöillä voi olla vaikutusta petojen menestymiseen. Esimerkiksi runsas kastelu tai ympäristön pöly voi haitata näiden liikkumista kasvustossa.

Ympäröivän kasvillisuuden tulisikin siis tukea mahdollisimman hyvin petopunkkien viihtymistä kasvuston läheisyydessä ja mahdollistaa näiden siirtymisen lohkolle luontaisesti saaliin perässä. Tuulensuojaistutuksissa voidaan suosia viljelmän ympärillä pehmeälehtisiä lehtipuita kuten raitaa, lehmusta, pähkinäpensasta ja hevoskastanjaa, joilla petopunkit viihtyvät hyvin. Aidat (esim. orapihlaja) toimivat samalla tuulensuojana ja petopunkkireservinä. Petopunkkien esiintymistä voidaan myös pitää eräänlaisena biodiversiteetin eli lajiston monimuotoisuuden indikaattorina. uuksia vararavinnon käyttöön tarvittaessa.

Petopunkkien menestymisen kannalta tärkeää on välttää näille haitallisia toimenpiteitä. Näille haitalliset torjunta-aineet aiheuttavat suoran vaikutuksen petoihin ja lisäksi epäsuoran vaikutuksen ravinnon vähentymisen kautta. Tuhottaessa petojen saalislajin populaatio joudutaan tilanteeseen, jossa petopunkit näänntyvät elleivät löydä ympäristöstä vararavintoa.

Tiloilla, joilla käytetään petopunkeille haitallisia torjunta-aineita, luontaisen petopunkkikannan kehittymiseen kuluu enemmän aikaa, koska kanta alkaa ruiskutuksen jälkeen aina lähes nolasta ja kasvua säätelee pääasiassa muun ympäröivän kasvillisuuden petopunkkitilanne ja petojen siirtymisnopeus satokasville riippuen satokasvin tuholaisilanteesta. Jos satokasvilla ei esiinny petopunkeille sopivaa ravintoa, on näiden siirtyminen tälle todennäköisesti hitaampaa. Kun mansikkaviljelmän

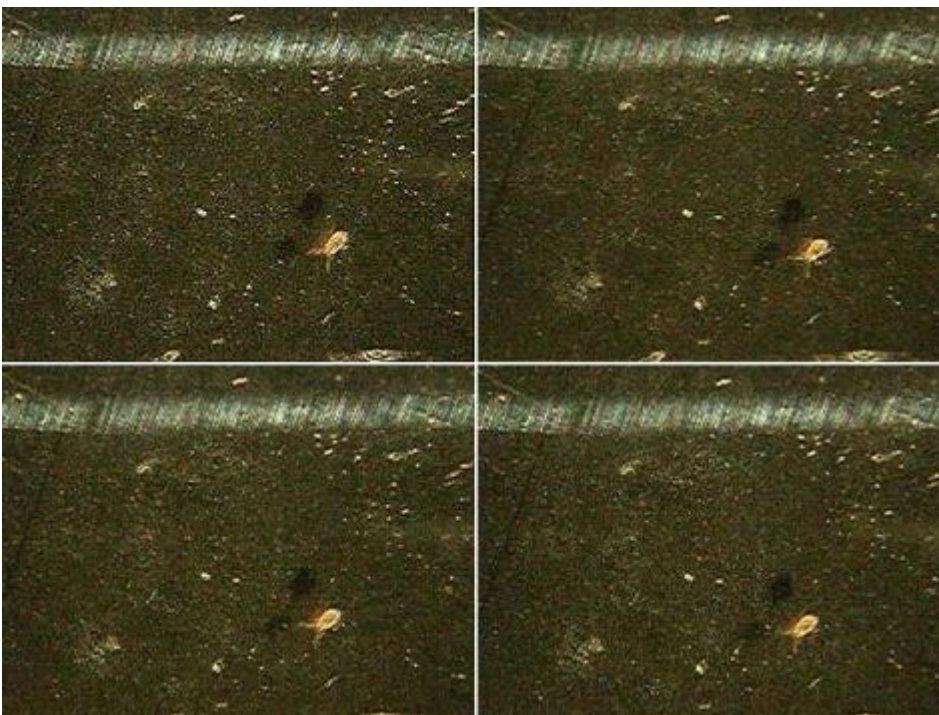
petopunkkitilannetta tarkasteltiin kolme kuukautta viimeisimmän torjunta-ainekäsittelyn jälkeen, ei eroja torjunta-ainetta käyttämättömään viljelmään enää ollut (Tuovinen 1995a).

Mitä enemmän petopunkeille haitallisia torjunta-ainekäsittelyjä tehdään, sitä hitaammin petopunkkikanta kasvaa tehokkaaseen biologiseen torjuntaan vaadittavalle tasolle. Suomen lyhyen kesän aikana käytettäessä kemiallista torjuntaa ennen kukintaa luontaisesti esiintyvät petopunkit eivät yleensä kuitenkaan ehdi tämän jälkeen lisääntymään jatkuvaan torjuntaan vaadittavalle tasolle ja siksi tarvitaan keinotekoista petopunkkien lisäämistä kasvustoon. Myös syksyllä tehtävät ruiskutukset esimerkiksi metiokarbilla tuhoavat kasvustoon lisätyn petopunkkikannan, mutta vaikutus ei tällöin yleensä ole yhtä suuri, koska talvi tuhoaa myös suuren osan näistä petopunkeista.

Torjunta-aineilla käsittelemättömällä omenalla petopunkkeja esiintyy runsaasti, mikä voi johtua osittain omenan pitkästä viljelykierrosta (Tuovinen 1993). Monien vuosien aikana muodostunut petopunkkikanta on suuri ja tehokkaampi vastustamaan nopeasti kasvustoon leviäviä punkkituholaisia. Mansikkallakin on selvästi paremmat mahdollisuudet pysyvemmän eliöyhteisön, josta löytyy jokaisen ravintoketjun tason edustajia, muodostumiselle kasvustoon kuin joka vuosi muokattavilla peltokasveilla.

Talvehtiminen viljelmällä on mahdollista siihen kykenevillä petopunkkilajeilla ja näin petopunkkeja on kasvustossa jo aikaisin keväällä torjumassa alkavia tuholaisinfektioita. Mansikkapunkki on kuitenkin viljelykierron hyväksikäytön kannalta hankala tuholainen, koska sen kanta yleensä kasvaa vastaavasti yhä suuremmaksi viljelykierron pidentyessä. Petopunkkikantaa suosiva pitkä viljelykierto suosii myös mansikkapunkkikannan kehittymistä. Lisäksi mansikkapunkin lisääntymisnopeus on sille suotuisissa oloissa erittäin korkea. Sen torjunta monivuotisessa kasvustossa biologisin keinoin vaatiikin tällä hetkellä useimmiten keinotekoisesti kasvustoon lisättyä punkkikantaa.

3 *AMBLYSEIUS CUCUMERIS* -PETOPUNKIN KÄYTTÖ MANSIKKAPUNKIN TORJUNTAAN MANSIKKAVILJELMÄLLÄ



Kuva 8. *Amblyseius cucumeris* –ripsiiäispetopunkki on nopealiikkeinen, kellertävä ja soikea petopunkki. Kuvasarja: Jarmo Holopainen 2002.

Amblyseius cucumeris –ripsiiäispetopunkit ovat kooltaan alle 0.5 mm pitkiä, väriltään kellertäviä ja muodoltaan soikeita kiiltäväpintaisia petopunkteja. Lajin munat ovat pyöreitä, läpinäkyviä ja kooltaan 0.14 mm. Petopunkki saalistaa useiden eri ripsiiäislajien (mm. *Frankliniella occidentalis*, *Thrips tabaci*) kuoriutuvia munia ja ensimmäistä toukka-astetta ja useita eri punkkilajeja kuten vihannespunkkia ja mansikkapunkkia, mutta menestyy heikohkosti siitepölyllä. Optimiolosuhteet tämän lisääntymiselle ovat 20-25° lämpötila ja 65-70% suhteellinen kosteus.

Punkit hakeutuvat kasvustossa yleensä lehtien alapinnoille lehtisuonien viereen ja avautuneisiin kukkiin. Elinkierto munasta aikuiseksi kestää 20° lämpötilassa noin 10-12 vrk. Lajin populaatiossa on yleensä enemmän naaraita kuin koiraita (noin 64%). Naaraat munivat 1-3 munaa/pv ja yhteensä n. 35 munaa koko elinikänsä aikana riippuen lämpötilaoloista. Munat munitaan yleensä lehtikarvoihin suonien viereen lehden alapinnalle.

Toukat kuoriutuvat munista 3:ssa päivässä ja eivät syö kuin vasta 2:n päivän päästä. Kehitys aikuiseksi kestää tämän jälkeen noin 7 päivää. Aikuiset elävät noin 30 päivää ja saalistavat keskimäärin yhden ripsiiäisen päivässä. Ripsiiäispetopunkin kaupalliset, massakasvatetut kannat eivät pysty talvehtimaan meidän oloissamme avomaalla, mikä voi tosin osittain johtua kasvatettujen kantojen heikentyneestä talvehtimiskyvystä.

3.1 Ripsiiäispetopunkin saatavuus

Ripsiiäispetopunkkia on saatavilla kaupallisesti meillä Suomessa muutamista puutarha-alan yrityksistä (esim. Schetelig Oy, Toukkatutka Oy) ja pakkauskokoja on olemassa sekä pienen että ison tilan tarpeisiin. Punkit toimitetaan litran tai viiden litran muovipulloissa tai -pusseissa.

Toukkatutka Oy:llä on valikoimassaan 50 000 kpl:n pakkaus petopunkteja 1 litran muovipurkeissa tai pusseissa ja 250 000 kpl:n pakkaus 5 litran säiliössä. Pienempi pakkaus soveltuu pienemmän mittakaavan viljelmille ja levitys voidaan tehdä suoraan pakkauksista.

Schetelig Oy:ltä on saatavilla myyntipakkaus Thripex+ mansikalle, jossa punkkeja on 50 000 tai 100 000 leseeseen sekoitettuna 5 litran sangossa. Yhden litran pulloissa on lisäksi saatavana myös 10 000:n, 25 000:n tai 50 000:n kappaleen eriä. Petopunkteilla on vararavintona kuljetuksen ajaksi homepunkteja, jotka elävät pakkauksen sisältämässä vehnänleseessä. Hitaan levityksen tarpeisiin ja kasveille, joilla ei ole siitepölyä vararavintona (lähinnä tarkoitettu kasvihuoneisiin ripsiiäistorjuntaan) on 1000 kappaleen pusseja 100:n ja 500:n pussin erinä. Petopunkkien toimitusaika on yleensä alle viikko tilauksesta.

A. cucumeris on hankintahinnaltaan edullisimpia petopunkteja ja siksi sitä voidaan käyttää suurempina tiheyksinä ilman, että kustannukset nousevat kannattamattomalle tasolle. Kasvihuoneviljelyyn erityisesti kurkulle ripsiiäisten torjuntaan suunnitellut hitaan

levitystavan pakkaukset, jotka voidaan laittaa kasvustoon roikkumaan tai asettaa muuten läheiseen kontaktiin kasvin kanssa, ovat viljelijän kannalta levitykseltään helppotöisempiä. Mansikkapunkilla hidas levitys ei välttämättä toimi, koska tehokkaaseen torjuntaan tarvitaan usein melko paljon petopunkkeja. Mansikan erilaisen kasvutavan vuoksi ja muun kasvillisuuden vaikutuksen takia avomaalla tarvitaan levitys kasvustoon, jotta petopunkit saadaan tehokkaammin oikeisiin kohteisiin.

3.2 Petopunkkien levitys mansikkakasvustoon

Petopunkkien käyttö on kannattavinta nuorilla lohkoilla, joilla mansikkapunkki ei ole vielä kasvattanut suurta kantaa. Petopunkit voivat tällaisessa kasvustossa estää alkavat mansikkapunkki-infektiot ja pitää koko kannan riittävän alhaalla ilman kemiallista torjuntaa. Tärkeää on levittää petopunkit hyvissä olosuhteissa tasaisesti koko kasvustoon. Vanhemmissa kasvustoissa, joissa mansikkapunkki-infektiot ovat yleensä laikuttaisina esiintyviä ja tiheydet pesäkkeissä varsin suuria, on hyvä suorittaa petopunkkien levitys mahdollisimman aikaisin keväällä, jotta mansikkapunkkien lisääntyminen pesäkkeissäkin saataisiin minimoitua.

Laajalti jo edellisenä kesänä mansikkapunkin saastuttamissa kasvustoissa petopunkkien levitys ei ole kannattavaa, koska suurikaan määrä petopunkkeja ei pysty laajan mansikkapunkki-infektion hävittämiseen kokonaan ja näin ollen odotettavissa on vain tyydyttäviä torjuntatuloksia. Tilanne on toinen mikäli mansikkapunkit on tuhottu kasvustosta syksyllä kemiallisesti tai jos talvi on ollut niin ankara, että mansikkapunkkien talvehtiminen ei ole onnistunut. Tällöin petopunkkien levitys ajoissa kasvustoon voi toimia riittävänä torjuntakeinona uusintainfektiolle.

Myös syksyllä on hyvä tarkkailla kasvustoa, siinä esiintyvien mansikkapunkkien ja myös petopunkkien määrää. Mikäli petopunkkeja ei kasvustosta tällöin löydy ja mansikkapunktioireita voidaan havaita, voi olla aiheellista arvioida syksyllä toteutettavan kemiallisen torjunnan hyötyjä. Ruiskutus syksyllä on aina parempi petopunkkien kannalta kuin kesällä, koska osa kaikista petopunkeista ja käytännössä kaikki tuontipetopunkit kuolevat talven aikana joka tapauksessa. Kesällä ruiskutettaessa on aina huomioitava valmisteiden varoajat ja petopunkkien levitysjankohta.

3.2.1 Petopunkkien levitys: minkä verran petopunkkeja tarvitaan?

Petopunkkeja on syytä levittää mansikkakasvustoon heti riittävän runsaasti, jotta ne saadaan saalistamaan ja lisääntymään heti tehokkaasti. Näin torjunnan tehokkuus saadaan mahdollisimman nopeasti tarvittavalle tasolle. Yleinen käyttömääräsuositus on 10-20 petopunkkia/mansikka ennakkotorjunnassa (Tuovinen 2002a). Tarvittavien petopunkkien määrä alaa kohti riippuu siis jonkin verran mansikoiden istutustiheydestä, mutta keskimäärin 250 000 petopunkkia riittää puolelle hehtaarille torjuttaessa mansikkapunkki-infektiota, joka on alkava tai lievä.

Lohkon sisällä oleville alueille, joilla mansikkapunktioireita on esiintynyt runsaammin edellisenä kesänä, voidaan levittää kaksinkertainen määrä petopunkkeja tai toistaa levitys kahden viikon välein, jotta varmistetaan torjuntaan vaadittava petopunkkimäärä kasvustossa. Yleisesti petopunkkien levitysmäärää ei kuitenkaan kannata nostaa kovin

suureksi, koska tehokkuus ei kuitenkaan parane samassa suhteessa investointikustannuksiin.

Myös uusia taimia istutettaessa kannattaa mansikkapunkin ehkäisy ja torjunta aloittaa ajoissa. Petopunkkien levitys voidaan tehdä jo ennen taimien istutusta maahan taimilaatikoissa. Riittävä levitysmäärä on tällöin 10 petopunkkia/taimi. Istutus maahan kannattaa tehdä aikaisintaan viikon kuluttua petopunkkien levityksestä, jotta pedot ovat päässeet asettumaan kasville ja voineet aloittaa munintansa. Petopunkkien ravinnon saatavuuden varmistamiseksi voi taimille lisätä esimerkiksi koivun siitepölyä erityisesti säilytettäessä taimia pitempään ennen istutusta. Taimillahan tuskin esiintyy saaliiksi sopivia kasvinsyöjäpunkkeja riittävästi petopunkkien pitempiaikaiseen tarpeeseen eikä mansikan omaa siitepölyä ole vielä tarjolla.

Taulukko 1. Petopunkkien levitysmäärät mansikalle eri taimitiheyksillä.

PETOPUNKKEJA / TAIMI	PETOPUNKKEJA KPL / ha ERI TAIMITIHEYKSILLÄ			
	20 000taimea/ha	25 000 taimea/ha	30 000 taimea/ha	35 000 taimea/ha
10 (ennakkotorjunta, uudet taimet)	200 000	250 000	300 000	350 000
20 (ennakkotorjunta, vanhat taimet, alkava tartunta)	400 000	500 000	600 000	700 000

3.2.2 Petopunkkien levitys: miten?

Petopunkit on hyvä levittää kasvustoon mahdollisimman pian niiden saavuttua toimittajalta. Ne kuitenkin säilyvät tarvittaessa mikäli levitystä ei voida olosuhteiden vuoksi heti tehdä, muutaman vuorokauden kunhan ne säilytetään valmistajan ohjeiden mukaisissa lämpö-, kosteus- ja valaistusoloissa (yleensä hyvät säilytysolot pimeässä, 10-15 °C lämpötilassa, purkki vaakatasossa). Petopunkkien kunto postituksen jäljiltä on hyvä testata levittämällä hieman lesettä mustalle alustalle ja seuraamalla, lähtevätkö nopeasti liikkuvat pisaramaiset petopunkit liikkeelle leseeseen seasta. Jos mitään liikettä ei näy useassakaan pullosta sekoittamisen jälkeen kaadetussa erässä, tulee asiasta ilmoittaa heti valmistajalle.

Levityksastiana voidaan käyttää 1 litran toimituspakkausta tai muuta vastaavaa purkkia tai pulloa, johon punkit annostellaan. Vanha hyvä konsti on annostella lesettä 1,5 litran virvoitusjuomapulloon, josta pohja on osittain avattu kaatamisen helpottamista varten. Korkki voidaan avata kokonaan kaatamista varten tai siihen voidaan tehdä reikä. Kun pulloon liittää kiinni pitkävartisen kepin, ei levitys rasita selkää. Ennen levitystä koko alalle voi tarvittavaa määrää arvioida pienemmällä matkalla (esim. 100 m), jotta levitys sujuu oikeassa määrin ja tasaisesti.

Petopunkit levitetään mansikkariviin suunnaten taimien keskiosiin, lähelle kasvupistettä, jossa mansikkapunkit elävät. Levitys pyritään tekemään tasaisesti siten, että punkkien määrä on lähes sama koko rivin pituudelta. Punkit kuitenkin liikkuvat kasvustossa aktiivisesti useiden metrien matkoja lehtiä ja rönsyjä pitkin. Niinpä ne yleensä osaavat itse

löytää tiensä otollisille paikoille ravinnon suhteen. Tasainen levitys taimille turvaa kuitenkin parhaiten petopunkkien asettumisen juuri mansikalle. Muoville tippuneet yksilöt päätyvät usein rivivälikasvustoon, jossa ne myös voivat löytää ravintoa, mutta suora hyöty viljelijän kannalta on tällöin vähäinen.

3.2.3 Petopunkkien levitys: milloin?

Petopunkkien sopivimpaan levitysajankohtaan vaikuttaa esimerkiksi yleinen lämpötila, torjunta-aineiden mahdollinen käyttöajankohta, mansikan kukinnan ajankohta, kosteusolosuhteet ja mansikkapunkin esiintyminen. Mahdollisimman aikaisin levitettäessä saavutetaan yleensä paras tulos, koska petopunkit ovat kasvustossa torjumassa alkavaa mansikkapunkki-infektiota heti mansikkapunkkien alettua lisääntyä eli jo ennen kukinnan alkua.

A. cucumeris -petopunkit voivat ruokailla siitepölyllä ennen kuin sopivaa punkkiravintoa on saatavana ja ovat sitten valmiina torjumaan jo ensimmäiset uhkaavat punkki-infektiot. Kovat yöpakkaset voivat kuitenkin olla tuhoisia näille keväällä, joten myöskään liian aikaisin ei ole syytä petopunkkeja kasvustoon lisätä. Hallantorjuntasadetusta petopunkit eivät yleensä myöskään kestä. Niinpä kevään lämpötilojen kanssa on oltava tarkkana ja kasvustoa suojattava esimerkiksi harsolla mikäli ankara halla uhkaa jo kasvustoon levitettyjä petopunkkeja. Aikainen levitys on sitä tärkeämpi, mitä yleisemmin mansikkapunkkia esiintyi lohkolla edellisenä vuonna.

Edeltävän talven olosuhteet vaikuttavat mansikkapunkin talvehtimiseen ja siten esiintymisen alkamiseen keväällä. Mansikkapunkkimäärät keväällä vaihtelevat paljon riippuen talven ilmastollisista oloista ja naaraiden talvikuoletisuus voi paikoittain olla hyvinkin korkea. Leutoina talvina vastaavasti jopa koiraat voivat selvitä hengissä. Kunkin talven ja seuraavan kevään tilannetta mansikkapunkkien talvehtimisen ja muninnan alkamisajankohdan suhteen kannattaa seurata MTT:n internet-sivuilta osoitteesta <http://www.mtt.fi/ktl/ksu/ajankohtaista/> tai KasperIt-nettipalvelusta <http://www.agronet.fi/kasperit/>.

Lämpimän talven jälkeen mansikkapunkit ovat talvehtineet kasvustossa hyvin ja voivat aloittaa lisääntymisensä jo toukokuussa. Tällöin petopunkitkin on syytä levittää jo toukokuussa säiden lämmettyä. Tällöin voidaan tarvittaessa tehdä myös uusintalevitys ennen kukintaa tai kukinnan aikana, jolloin torjuntatehoa voidaan entisestään parantaa. Käytettäessä kateharsoa on myös huomioitava tästä johtuva mansikkapunkin lisääntymisen alkaminen aiemmin ja vastaavasti petopunkit on syytä levittää kasvustoon aikaisin, mahdollisesti jo huhtikuun lopulla. Tavanomaisen pakkastalven jälkeen mansikkapunkin lisääntyminen alkaa hitaammin ja yksilöitä alkaa ilmestyä kasvustoon vasta kesäkuun alussa.

Tavallisin petopunkkien levitysajankohta on mansikan kukinnan alkaessa, jolloin torjunta-ainekäsittelyt on jo tehty, lämpötila on jo riittävä eikä yölläkään laske alle nollan ja mansikkapunkkeja esiintyy jo kasvustossa. Petopunkit voivat käyttää tällöin myös mansikan siitepölyä lisäravinnokseen mikäli mansikka- tai muita punkkeja ei ole runsaasti vielä saatavilla. Petopunkkien tärkein vaikutusaika on kukinnan alusta sadonkorjuun loppuun, aikana jolloin kemiallinen torjunta ei ole mahdollista, joten petopunkkikanta on hyvä saada kasvustoon jo ennen tätä. Kesän kuluessa on syytä tarkkailla kasvuston tilannetta mansikkapunkin ja petopunkkien esiintymien suhteen ja tehdä tarvittaessa

uusintalevityksiä. Heinäkuussa ei juurikaan enää kannata tehdä petopunkkilevitystä, koska punkit eivät todennäköisesti selviä talven yli.

Onnistuneessa levityksessä tärkeää on sekä levitysjankohta, levityksen aikaan vallitsevat olosuhteet että levitystapa. Petopunkit on hyvä levittää kasvustoon tyynellä säällä, jotta ne saavuttavat kohteensa eli kasvit mahdollisimman tarkasti. Punkit ovat hyvin pieniä ja kulkeutuvat helposti tuulen mukana. Lievä kosteus kasvustossa ei haittaa levitystä, mutta päältäsadetusta heti levityksen jälkeen ja levitystä suihkutettuun kasvustoon tai sateen jälkeen on syytä välttää, jotta punkit eivät huuhtoudu veden mukana pois kasvustosta. Petopunkeille on hyvä antaa aikaa tottua uuteen ympäristöön ja siirtyä sisälle kasvuston suojaan ennen uusia stressaavia tekijöitä kuten sadetusta tai muita kasvuston hoitotoimenpiteitä. Levitys on suositeltavampaa tehdä pilvisellä säällä tai illalla, jolloin myös tuuliolosuhteet ovat yleensä paremmat kuin päiväsaikaan kirkaassa auringonpaisteessa.

Torjunta-ainekäsittelyjen ajankohdat vaikuttavat myös suoraan petopunkkien levitysjankohtaan. Aikaisin suoritettu petopunkkien levityksestä ei ole juurikaan hyötyä, jos ne tämän jälkeen tuhotaan torjunta-ainekäsittelyllä. Niinpä keväällä suoritettavien ruiskutusten suunnittelun suhteen on huomioitava varoajat (esim. metiokarbi n. 2 viikkoa) ja suoritettava petopunkkien levitys tämän ajan kuluttua. Mikäli ruiskutuksia joudutaan tekemään yllättäen odottamattomien tuholaisien ilmaannuttua ja petopunkit on jo levitetty, pyritään löytämään näille mahdollisimman haitaton valmiste (ks. Luku 6. Torjunta-aineiden käytön vaikutukset petopunkeille) ja jos tämä ei onnistu, niin levitys on suoritettava uudestaan.

Myös muilla viljelytoimenpiteillä voi olla vaikutusta petopunkkien kykyyn levitä kasvustoon ja muodostaa pysyvä torjuntavaikutus kasvinsyöjäpunkeille. Esimerkiksi vattukärsäkkään, nälvikkäiden ja luteiden torjuntaan sopiva tuholaisimurointi kasvustosta kannattaa tehdä muulloin kuin juuri petopunkkien levittämisen jälkeen. Asettauduttuaan kasvustoon petopunkit ovat sen verran pienikokoisia ja suojassa kasvuston sisällä, että imuroimalla nämä eivät yleensä suurissa määrin mukaan lähde. Varminta on kuitenkin varoa petopunkkien häiritsemistä erityisesti heti levityksen jälkeen ja suorittaa imurointi joko ennen petopunkkien levitystä tai sitten reilusti tämän jälkeen.

4 PETOPUNKKIEN KÄYTTÖ MANSIKAN KASVIHUONEVILJELYSSÄ

Petopunkkien käyttö biologisessa tuholaiistorjunnassa on saanut alkunsa kasvihuoneviljelyolosuhteissa ja kasvihuoneissa toteutus ja onnistuminen on yleensä helpompaa ja tuloksellisempaa kuin avomaalla, koska lasin alla voidaan lämpötila- ja kosteusoloja säädellä ja näin huomioida paremmin petopunkkien viihtymiseen vaikuttavat tekijät kuin avomaalla, jossa olosuhteet ovat ilmastollisesti hyvinkin vaihtelevia. Myös leviäminen ympäristöön ei aiheuta ongelmia kasvihuoneessa, koska petopunkit suuntautuvat ravinnon perässä tarkemmin satokasville ympäristön houkutusvaikutusten puuttuessa. Petojen levitystapana voidaankin siten käyttää myös levittämistä kasoihin, joista pedot kulkeutuvat kasveille.

A. cucumeris –ripsiaispetopunkin käyttö kasvihuoneissa kurkulla ripsiäisten torjunnassa on yksi kauimmiten harjoitettu biologisen torjunnan muoto, josta on runsaasti kokemusta ja hyviä tuloksia. Kasvutavaltaan kiipeäviin viljelykasveihin kuten juuri kurkkuun, tomaattiin ja paprikaan petopunkkien levitys voidaan tehdä helposti käyttämällä kasvustoon

ripustettavia petopunkkipusseja, joista pedot leviävät tasaisesti ja tässä säästetään myös työkuksuksissa. Biologisen torjunnan etuna on tehokkuus ympäri vuoden, myös kukinnan aikana.

Mansikalla biologisen torjunnan toteuttaminen kasvihuoneviljelyssä on haastavampaa kuin muilla kasvihuonekasveilla kuten kurkulla ja tomaatilla johtuen muun muassa alemmasta kasvatuslämpötilasta, kasvutavan aiheuttamasta vaikeammasta mikroilmastosta, jossa voi tapahtua suuria muutoksia suhteellisessa kosteudessa, kylmästä kaudesta ja mansikan alttiudesta sienitaudeille, mikä voi vaatia oman torjuntansa.

Biologisen torjunnan toteuttaminen tehokkaasti vaatii ehdottomasti ajoissa tehtävän saalistajien levityksen, sillä erityisesti kasvihuoneoloissa tuholaisten lisääntymis- ja leviämiskapasiteetti on korkea. Mansikkapunkki ei ole kasvihuoneoloissa yhtä merkittävä tuholainen kuin avomaalla lähinnä johtuen lyhyemmästä viljelykierrosta, jossa laji ei ehdi päästä kasvustoon käytettäessä puhtaita taimia.

Tuholaisten kulkeutumiseen kasvihuoneeseen on kiinnitettävä huomiota erityisesti kun kasveja siirretään ulkoilmasta sisätiloihin. Tiehäsilmaisten verkkojen (silmäkkö 0.1 mm) avulla voidaan myös estää punkkien pääsyä kasvustoon. Tuholaisten ja petojen esiintymissuhteiden tarkkailu eri puolilla kasvustoa säännöllisesti auttaa muodostamaan kokonaiskuvan biologisen torjunnan tehokkuudesta ja mahdollisesti tarvittavista lisätorjuntatoimenpiteistä.

On kuitenkin muistettava, että biologinen torjunta eroaa kemiallisesta torjuntatavasta muun muassa siinä, että tulokset eivät näy heti petojen levityksen jälkeen vaan torjuntateho muodostuu selvällä viiveellä, koska petojen levittäytyminen kasvustoon ja lisääntymisen aloittaminen vie oman aikansa. Kärsivällisyys onkin tärkeää biologisen torjunnan aloittamisessa. Liian nopeasti tehdyt johtopäätökset biologisen torjunnan epäonnistumisesta ja kemiallisen torjunnan käyttöönotto tästä johtuen satotappioiden välttämiseksi voi johtaa harhaan biologisen torjunnan käyttökelpoisuutta arvioitaessa.

Valittaessa kasvihuoneeseen biologisia torjuntaeliöitä tulee huomioida paitsi viljelykasvin ominaisuudet niin myös kasvihuoneessa vallitsevat olosuhteet kuten lämpötilan vaihtelu eri osissa ja suhteellinen kosteus. Kasvihuoneoloissa petopunkkien selviytymisen kannalta erityisesti suhteellinen kosteus on tärkeää. Petopunkkien munat ovat erityisen herkkiä alhaisille kosteuspitoisuuksille, joita voi kasvihuoneessa esiintyä erityisesti talviaikaan kun lämpötila ulkona laskee alle nollan tai kuumina aurinkoisina päivinä kesällä. Eri petopunkkilajien herkkyys vaihtelee kuitenkin runsaasti.

Suuret lämpötilavaihtelut voivat myös olla kohtalokkaita petopunkkilajeille, jotka ovat toimintaolojensa suhteen erityisen tarkkoja. Vaihtelu kasvihuoneen sisällä voi myös johtaa siihen, että petopunkeille epäedullisessa osassa pääsevät tuholaisten lisääntymään huomaamatta. Kausihuoneissa kylmä kausi estää petopunkkien pitempiäaikaisen vaikutuksen ja levitys voi olla järkevää tehdä jo taimivaiheessa tai viimeistään heti istutuksen jälkeen. Lyhyt kasvatusaika vaatii muutenkin useampia uusintalevityksiä tietyin väliajoin.

Tuholaisongelmien ennaltaehkäisy huolellisella kasvuston tarkkailulla ja valitsemalla tarvittavat torjuntaeliöt tämän mukaan tuo parhaat tulokset. Myöhään havaittua tuholaisongelmaa kuten levinnyttä vihannespunkki- tai ripsiäispopulaatiota on

huomattavan vaikeaa torjua biologisesti, kun olosuhteet suosivat tuholaisten leviämistä. Tarvitaan suurempia määriä ja useampia lajeja torjuntaeliöitä kuin suoritettaessa laaja-alaista ennakkotorjuntaa levittämällä kasvustoon tasaisempia määriä petoja hieman useammin. Tautien torjuntatarve voi häiritä biologista torjuntaa kasvihuoneissa merkittävästi.

Kasvihuoneviljelyssä mansikalla esiintyviä yleisimpiä tuholaisia ovat vihannespunkit (*Tetranychus urticae*), ripsiäiset (*Frankliniella occidentalis*), kirvat ja ansarijauhiaiset (*Trialeurodes vaporariorum*).

4.1 Vihannespunkkien biologinen torjunta

Vihannespunkki (*Tetranychus urticae*) vioittaa useiden eri kasvilajien kuten mansikan täysikokoisia lehtiä imemällä niistä solunesteitä ja aiheuttaen eriasteisia laikkuja tai lopulta koko lehden surkastumisen. Kasvin fotosynteesin kyky vähenee ja vaikutukset kasvuun ja saman vuoden satotasoon voivat olla merkittäviä. Vihannespunkin lisääntymiskapasiteetti on suotuisissa oloissa erittäin suuri, joten se voi aiheuttaa päästessään leviämään nopeasti satotappioita. Laji kuuluu kehrääjäpunkkeihin (*Tetranychidae*) ja muodostaa tyypillisesti ohutta verkkoa lehtiin. Vihannespunkit viihtyvät erityisesti lehtien alapinnoilla. Lajin elinkierto on minimissään viikon verran. Vihannespunkki on noussut merkittävimmäksi mansikan tuholaiseksi useissa maissa paitsi kasvihuoneissa niin myös avomaalla.



Kuva 8. Vihannespunkkeja ja näiden munia verkossa. Kuva: Jarmo Holopainen 2001.

Phytoseiulus persimilis –ansaripetopunkki on tehokas ja yleisimmin käytetty vihannespunkin saalistaja useilla eri kasvilajeilla. Mansikalla sen tehokkuus ei ole ollut aivan yhtä hyvä kuin muilla lajeilla silloin kun vihannespunkkitiheydet ovat suhteellisen alhaisia. Tämä voi johtua osittain mansikan lehtien karvaisuudesta, sillä lajin saaliinetsintätehokkuuden ja varsinaisen saalistustehokkuuden on havaittu laskevan gerberan lehtien karvaisuuden lisääntyessä erityisesti vihannespunkkitiheyden ollessa melko alhainen.

AnsariPETOPUNKKIA käyttää vihannespunkin torjuntaan jopa lähes 75 prosenttia Euroopan kasvihuonevihannestuottajista. Yhdysvalloissa Kaliforniassa lajia käytetään yleisesti *Amblyseius californicus* –petopunkin ohella vihannespunkin torjuntaan myös avomaan mansikalla. Näiden kahden lajin yhteistoiminnalla onkin saatu parhaat tulokset vihannespunkin biologisessa torjunnassa, sillä lajit käyttäytyvät hieman eri tavoin ja tavallaan täydentävät toisiaan. Meillä ilmasto-olot eivät mahdollista tämän trooppisen petopunkin käyttämistä avomaalla.

Australiassa noin 40% mansikanviljelijöistä käyttää ansariPETOPUNKKIA avomaalla ja täällä on ominaista ns. pest in first (PIF) tekniikka, jossa kasvustoon levitetään ensin pieni määrä vihannespunkteja pisteittäin, jotta ansariPETOPUNKKEILLA riittää ravintoa kasvustoon asettumisen ajaksi ja petopunkkikanta muodostuu tarvittavaksi estämään myöhemmin kehittyvä laajempi vihannespunkki-infektio (Waite 2002). Täällä tiloilla siis ylläpidetään itse sekä tuholais- että petopopulaatiota.

AnsariPETOPUNKKI on erittäin aktiivinen ja tehokas saalistaja. Se voi käyttää ravinnokseen myös ripsiäistoukkia, mutta punkeista se saalistaa vain kehrääjäpunteja (*Tetranychidae*), siis ei mansikkapunkkia. AnsariPETOPUNKKIN saalistustehokkuus on petopunkteista suurinta (5-20 per päivä) ja leviämiskyky on suuri kasvuston sisällä mikäli kasvien lehdet ovat yhteydessä toisiinsa. Sen leviäminen seuraa vahvasti vihannespunkkien esiintymistä.

Alhaisilla tiheyksillä ravinnonetsintä on aktiivisinta ja mikäli vihannespunkteja ei esiinny runsaasti kasvustossa, laji levittäytyy laajalti ympäristöön tai kuolee nälkään, sillä se ei voi käyttää vaihtoehtoista ravintoa ja ei selviä pitkään ilman ravintoa. Koska ansariPETOPUNKKI ollen alun perin trooppisen alueen petopunkteja, vaatii korkean suhteellisen kosteuden (yli 60%) ja melko korkean lämpötilan (yli 20° ainakin muutaman tunnin päivässä), soveltuu se parhaiten kasvihuoneoloihin. Avomaalla leviäminen ympäristöön on lajin aktiivisen ravinnonetsinnän vuoksi usein suurta ja lajin havaittiinkin meillä lähes kadonneen mansikkakasvustosta syksyyn mennessä, kun sitä oli keväällä lisätty kasvustoon 35 000 kpl/ha.

AnsariPETOPUNKKIA on Suomessa saatavilla Schetelig Oy:stä kauppanimellä Spidex ja pakkauskoko on 2000 yksilöä. AnsariPETOPUNKKIA suositellaan levitettäväksi kasvihuoneessa heti vihannespunkki-infektio havaittaessa vähintään 3 yksilöä neliömetrille. Käytettävä kokonaismäärä riippuu infektion laajuudesta. Korkean vihannespunkkitiheyden alueilla ns. ”hot spoteissa” ja näiden ympäristössä suositeltava levitysmäärä on vähintään 20 yksilöä/neliometri.

Amblyseius californicus soveltuu vihannespunkin torjuntaan sekä kasvihuoneissa että jossain määrin myös avomaalla. Tosin myöskään tämä laji ei pysty talvehtimaan meidän oloissamme. *A. californicus* voi käyttää ravinnokseen myös muita punkkilajeja kuten mansikkapunkkia tai siitepölyä, joten sen selviämismahdollisuudet alhaisilla vihannespunkkitiheyksillä ovat paremmat ja se soveltuu ansariPETOPUNKKIA paremmin ennakkotorjuntaan. Se selviää myös alhaisemmassa suhteellisessa kosteudessa ja korkeammassa lämpötiloissa kuin ansariPETOPUNKKI, joten se sopii hyvin esimerkiksi tämän tueksi kasvihuoneisiin kesäaikana. *A. californicus* on Suomessa saatavana Schetelig Oy:ltä kauppanimellä Spical ja pakkauskoko on 2000 yksilöä. Suositeltava levitysmäärä on vihannespunkin ennakkotorjunnassa vähintään 2-4 yksilöä/neliometri.

4.2 Ripsiäisten biologinen torjunta

Ripsiäiset ovat melko suuri tuholaisongelma eri puolilla maailmaa ja useissa maissa niiden leviäminen ja lisääntyminen on ollut suurta sen jälkeen kun lajit ovat alueelle tulleet. Esimerkiksi Australiassa kalifornianripsinäinen (*Frankliniella occidentalis*) havaittiin ensimmäisen kerran vuonna 1993 ja vuoteen 1996 mennessä laji oli levinnyt kaikkiin osavaltioihin lukuunottamatta pohjoista osaa. Nyt laji on noussut vihannespunkin ohi maan tärkeimmäksi mansikan tuholaiseksi.

Meille Suomeen kalifornianripsinäinen tuli 1980-luvulla ja se sekä tupakkaripsinäinen (*Thrips tabaci*) ovat kasvihuonetuotannossa erityisesti kurkulla ongelmatuholaisia. Myös muita ripsiäislajeja kuten palmuripsiäistä (*Thrips palmi*) on tullut ja todennäköisesti tulee edelleen tulemaan maahan rajojen ulkopuolelta ja voikin olla mahdollista, että ripsiäiset muodostavat tulevaisuudessa merkittävän kasvinsuojelu-uhan myös avomaan mansikalle. Lajin on havaittu voivan kehittää vastustuskyvyn useille torjunta-aineille, mikä tekee siitä entistä hankalamman torjuttavan ja biologisen torjunnan keinoja tulee kehittää paitsi kasvihuoneoloihin niin myös erilaisiin avomaaloihin soveltuviksi tulevaisuuden tarpeita ajatellen. Ripsiäisten esiintymistä voi seurata kätevästi liima-ansoin.

Ripsiäisten biologisessa torjunnassa ripsiäispetopunkki *A. cucumeris* on pitkään käytetty ja hyväksi havaittu laji. *Amblyseius degenerans* –petopunkkia on myös saatavilla Suomessa ripsiäisten torjuntaan kuten myös *Orius* –petoluteita. Näitä käytetään erityisesti kurkulla ja paprikalla laajalti. Muita ripsiäisten torjuntaan soveltuvia petoja ovat petopunkit *Amblyseius limonicus*, joka voi käyttää ravinnokseen myös 2. kehitysasteen ripsiäistoukkia sekä *Amblyseius degenerans*. Myös harsosääskien torjuntaan käytettävä petopunkki *Hypoaspis aculeifer* voi ruokailla ripsiäistoukkilla ja *Hypoaspis miles* –petopunkki on kaikkiruokainen ja helppo kasvattaa. Kokemuksia näiden lajien käytöstä mansikalla ei ole raportoitu ehkä juuri siksi, että ripsiäispetopunkki on paljon käytetty ja hankintahinnaltaan.

Kasvihuoneissa suositellaan ripsiäistorjuntaan levitettävän 500 000 ripsiäispetopunkkia hehtaarille kaksi kertaa 1-2 viikon välein, jolloin kokonaismääräksi tulee 1 miljoona petopunkkia/ha. Sama määrä soveltuu myös mansikkapunkin torjuntaan kasvihuoneoloissa. Ripsiäisiä voidaan torjua myös hitaan levitystavan pusseilla, jolloin pusseja tulisi käyttää vähintään 5000/ha ja kussakin pussissa tulisi olla vähintään 250 yksilöä.

Jauhiaisten torjuntaan kasvihuoneissa voidaan käyttää esimerkiksi *Encarsia formosa* – jauhiaskiilukaista tai *Delphastus pusillus* –petokuoriaista. Kirvojen torjuntaan soveltuu esimerkiksi *Aphidius colemani* –kirvavainokainen. Lisätietoja käyttömääristä ja eri torjuntaeliöiden ominaisuuksista ja olosuhdevaatimuksista saa näiden toimittajilta ja tuottajilta (esim. <http://64.78.34.114/biobest/en/producten/nuttig/default.htm>).

5 MANSIKKAPUNKIN BIOLOGISEN JA KEMIALLISEN TORJUNNAN TALOUDELLINEN KANNATTAVUUS JA TEHOKKUUS

5.1 Mansikkapunkin torjunnan taloudellinen kannattavuus: vertailussa kemiallinen torjunta, biologinen torjunta ja yhdistetty biologinen ja kemiallinen torjunta

Mansikkapunkin eri torjuntavaihtoehtojen kannattavuutta vertailtiin kesällä 2000 (Maunula & Tuovinen 2001) toteutetussa tutkimuksessa. Käytettäessä kahta ruiskutuskertaa ja vastaavasti kahta petopunkkien levityskertaa, kemiallisen ja biologisen torjuntatavan kustannukset vastaavat tutkimuksen mukaan toisiaan. Kustannuksiin laskettiin mukaan kasvuston tarkkailu, suppulehtinäytteiden keräys ja tarkastus (kaksi näytettä MTT:n Kasvinsuojelupalveluun), sekä biologisessa torjunnassa petopunkit ja niiden levitystyö ja vastaavasti kemiallisessa torjunnassa torjunta-ainevalmiste, sen levitystyö ja traktorin polttoöljy. Kustannukset olivat noin 320 euroa/ha molemmilla torjuntatavoilla. Yhdistetyssä biologisessa ja kemiallisessa torjunnassa, jossa käytettiin petopunkkeja kukinnan ja sadonkorjuun aikana ja suoritettiin Mesurol-ruiskutus sadonkorjuun jälkeen, kulut olivat suurimmat eli 555 euroa/ha. Saman tutkimuksen muita osioita käsitellään yksityiskohtaisemmin seuraavissa kappaleissa.

5.2 Mansikkapunkin biologinen torjunta: kustannukset ja tehokkuus

Mansikkapunkin biologinen torjunta petopunkkien avulla on taloudellisesti kannattavaa viljelijälle käytettäessä hankintahinnaltaan edullista *A. cucumeris* -ripsiäispetopunkkia. Torjunnan onnistuminen vaikuttaa tietysti kokonaiskustannuksiin eli jos tarvitaan useita uusintalevityksiä esimerkiksi sääolojen tai torjunta-ainekäsittelyjen vuoksi, lisääntyvät kustannukset. Levitysmäärä on oltava avomaalla riittävän suuri, jotta saavutetaan tarvittava tehokkuus. Muiden petopunkkilajien hankintahinnat ovat tällä hetkellä selvästi korkeampia ja näiden torjuntatehokkuudesta ei myöskään ole yhtä selkeitä tutkimustuloksia meidän olosuhteissamme. Toisaalta ripsiäispetopunkit eivät pysty talvehtimaan ja investointipanos on siten vuosittainen. Jos viljelijä kykenisi käyttämään talvehtimiskykyisiä lajeja tai ylläpitämään itse petopunkkikasvatuskantaa, voisi biologinen torjunta olla vielä entistä kannattavampaa taloudellisesti.

A. cucumeris -petopunkin hankintahinnat ovat edulliset. Isommissa erissä tilattaessa yksilöhinta jää pienimmäksi, mutta pienemmissäkin erissä hinta on varsin edullinen. 10 000 yksilön pakkaus maksaa tällä hetkellä (Elokuu 2002) 10.20 euroa +alv., 25 000 yksilöä 18.30 euroa +alv. ja 50 000 yksilön pakkaus valmistajasta riippuen 27.05-35.30 euroa +alv. 250 000 kappaleen pakkaus on hinnaltaan 106.56 euroa +alv. Niinpä pienimmässä pakkauksessa 100 yksilöä maksaa 10.2 senttiä ja suurimmassa pakkauksessa 4.2 senttiä. Hitaan levitystavan pussit ovat hinnaltaan kalleimpia eli 100 kappaletta 1000 yksilön pusseja maksaa 33.30 euroa ja 500 kappaletta 163.40 euroa.

Petopunkkien käytön kokonaiskustannuksia lisää jonkin verran levitykseen kuluvat työaikakustannukset. Välinekulut ovat yleensä pienemmät kuin kemiallisessa torjunnassa. Levitys vie tekniikasta riippuen saman verran tai hieman enemmän aikaa kuin kemiallinen torjunta. Arvioitu levitysaika on 2 tuntia/ha, mutta nopeuteen vaikuttaa myös viljelmän olosuhteet sekä levittäjän aiempi kokemus levitystekniikasta. Jalkaisin tehty levitys

mahdollistaa samalla tapahtuvan kasvuston tarkkailun mahdollisten tuholais- ja tautioireiden varalta. Suurilla aloilla koneellinen levitys voisi olla reilusti aikaa säästävää. Kokonaisuudessaan biologinen torjunta petopunkkien avulla on taloudellisesti kilpailukykyinen menetelmä kemialliseen torjuntaan verrattuna sekä tuotteen ostohinnan että levityksen kustannukset huomioiden.

Biologisen torjunnan tehokkuus mansikkapunkkia torjuttaessa on vaihdellut jonkin verran Suomessa tehdyissä tutkimuksissa. MTT:n Luomukas-projektiin osallistuneista luomutiloista neljä oli mukana kasvukaudella 1998 tehdyssä tutkimuksessa ripsiäispetopunkkien kyvystä säädellä tilojen mansikkapunkkitilannetta (Piirainen ym. 1999). Yhdellä tilalla mansikkapunkkien torjunta onnistui ripsiäispetopunkkilevityksen avulla erittäin hyvin. Verrannelohkolla mansikkapunkkien määrä oli elokuussa 21-kertainen verrattuna petopunkkilohkoon. Lisätyt pedot näyttivät myös siirtyvän käsitellyiltä lohkoilta verrannelohkoille runsaamman saaliin perässä, sillä petopunkkien määrä oli syksyllä 2.3-kertainen verrannelohkolla käsitellyn lohkon nähden. Niinpä ravinnon saatavuus ei näytä olevan petopunkkien lisääntymistä rajoittava tekijä vaan ne kykenevät aktiivisesti siirtymään kasvustossa runsaamman punkkitiheyden alueille. Kahdella tilalla torjuntatulokset olivat kohtuullisen hyvät ja yhdellä tilalla torjunta käytännössä epäonnistui (mansikkapunkkeja 87.4 lehteä kohti elokuussa) liian myöhäisen levitysajankohdan vuoksi.

Yleensä syyt mahdolliseen epäonnistuneeseen torjuntavaikutukseen ovatkin löytyneet juuri levitysajankohdan ongelmista. Liian myöhään tehty petopunkkien levitys ei riitä pitämään kurissa jo reilusti lisääntymään ehtinyttä mansikkapunkkipopulaatiota. Ilmastolliset olosuhteet kuten levitystä seuraava pakkasyö tai levitys liian pian torjunta-ainekäsittelyn jälkeen voivat myös johtaa petopunkkien heikentymiseen tai jopa menehtymiseen. Petopunkkien vaikutus mansikkapunkin lisääntymiskapasiteettiin oli melko selvä myös Tuovisen (2000a) tutkimuksen mukaan, jolloin se oli ilman petopunkkeja noin 1.5 ja petopunkkeja käytettäessä IP-tiloilla noin 0.44, luomutiloilla noin 0.36 ja tavanomaisilla tiloilla noin 0.42.

Latviassa toteutetussa lyhytaikaisessa kenttätutkimuksessa ripsiäispetopunkit pystyivät kohtalaiseen mansikkapunkin torjuntaan myös jo laajalti saastuneessa kasvustossa (Steinite et al. 2002). 3-vuotiaassa kasvustossa lajikkeella Senga Senganalla alkutiheys suppulehdissä oli jopa 117.6 mansikkapunkkia/lehti ja Induka-lajikkeella 30.7 punkkia/lehti. Petoja lisättiin 250 kpl rivimetrille ja 23 päivän kuluttua mansikkapunkkien määrät olivat vähentyneet Indukalla 18.7:n petopunkkilohkolla ja lisääntyneet 55.3:n kontrollilohkolla. Senga Senganalla petopunkkilohkolla määrä oli 202 mansikkapunkkia/lehti ja kontrollilohkolla 312 punkkia/lehti, joten myös täällä petopunkit rajoittivat kannan kasvua. Koska koe oli näin lyhyt, ei kokonaistorjuntatehosta voida sanoa juuri mitään tämän perusteella. Tulos lähinnä tukee sitä, että petopunkit pystyvät rajoittamaan mansikkapunkkikannan kasvua, eivät torjumaan sitä kokonaan mansikkapunkkien alkutiheyden ollessa suuri.

Kesällä 2000 toteutetussa mansikkapunkin torjunnan kannattavuutta selvittävässä tutkimuksessa (Maunula & Tuovinen 2001) havaittiin petopunkkien käytön vaikuttavan selvästi mansikkapunkin esiintymiseen. Silmämääräisesti havainnoituna ero alojen välillä oli selvä ja petopunkkikoelalla oli enemmän kukkavanoja ja suuremmat marjat. Laskennallinen satopotentiaali oli petopunkkialalla 515 g/kasvi ja kontrollialalla 400 g/kasvi. Biologisen torjunnan käytön kulut olivat pienemmät kuin torjunnasta saatu hyöty sadontuottokykyyn (taulukko 2), joten biologinen torjunta on kokeen perusteella

taloudellisesti kannattavaa. Kannattavuuslaskelman mukaan katetuotto oli yli 3500 euroa korkeampi käytettäessä biologista torjuntaa.

Verrattessa laskennallisesti (Huom. Ei toteutettu koeoloissa) kemiallisen torjunnan kustannuksiin (kaksi Mesurol 500 SC-ruiskutusta) biologisen torjunnan satotasolla, katetuotto on lähes sama. Yhdistetty kemiallinen ja biologinen torjunta katetuotto on hieman pienempi johtuen suuremmista torjuntakustannuksista.

Taulukko 2. Biologisen torjunnan katetuotto (kokonaistuotto vähennettynä torjunta- ja poimintakustannuksilla) verrattuna katetuottoon ilman mansikkapunkin torjuntaa. Harmaalla pohjalla laskennalliset (ei kokeelliset) katetuotot biologisen torjunnan satotasolla käytettäessä kahta Mesurol 500 SC-ruiskutusta tai yhdistettyä petopunkkien levitystä ja ruiskutusta sadonkorjuun jälkeen. Lähde: Maunula & Tuovinen 2001.

	Biologinen	Ei torjuntaa	Kemiallinen x2	Biol. + kem.
Tuotto e/ha	31182	24279	31182	31182
Sato kg/ha	15450	12030	15450	15450
Hinta e/kg	2.018	2.018	2.018	2.018
Torjuntakustannukset	318.8	90.48	321.9	550.3
Poimintakustannukset	14291	11128	14291	14291
Katetuotto e/ha	16571	13064	16568	16339

5.3 Mansikkapunkin kemiallinen torjunta: kustannukset ja tehokkuus

Kemiallinen mansikkapunkin torjunta metiokarbin (Mesurol 500 SC) avulla antaa parhaimmillaan 80-90% torjuntatehon. Tehoaineen saanti vaikutuskohteeseen vaikuttaa suoraan torjunnan onnistumiseen ja tehokkuuteen. Usein parhaimmat tulokset kemiallisella mansikkapunkin torjunnalla saadaan käyttämällä useita käsittelyjä. Kaksi onkin usein välttämätön minimi, jotta myös munista ensimmäisen ruiskutuksen jälkeen kuoriutuvat yksilöt saadaan tuhottua.

Mansikkapunkin torjunnan kannattavuutta selvittävässä tutkimuksessa (Maunula & Tuovinen 2001) vertailtiin yhden ja kolmen Mesurol 500 SC-torjuntakäsittelyn vaikutusta mansikan satokomponenttien eli kukkavanojen, nuppujen, kukkien ja marjojen määrään sekä marjapainoihin seuraavana satovuonna.

Mansikkapunkkien määrä oli ruiskutuskesänä 1999 heinäkuun alussa noin 70 punkkia/lehti. Tämän jälkeen suoritettiin toisella alalla kolme ruiskutusta ja toisella vain yksi elokuun lopulla. Kolme kertaa ruiskutetuissa kasvustoissa mansikkapunkkien määrä laski ja kasvustossa oli enemmän kukkavanoja ja kukkia sekä isommat I:n ja III:n asteen marjat. Kerran ruiskutetussa kasvustossa sen sijaan oli hieman suuremmat II:n asteen marjat.

Laskennallinen satopotentiaali oli kerran ruiskutetussa kasvustossa noin 250 g/kasvi ja kolmesti ruiskutetussa 300 g/kasvi. Verrattaessa torjunnan kustannuksia ja tuottoa kolmen ja yhden ruiskutuskerran välillä tutkimuksen perusteella kolme torjuntakertaa antoi yli 1500 euroa paremman katetuoton kuin yksi ruiskutuskerta (taulukko 3). Verrattaessa laskennallisesti biologisen torjunnan kuluihin kolmen ruiskutuksen satotasolla, katetuotto on lähes sama.

Taulukko 3. Kolmen ruiskutuskerran katetuotto verrattuna yhden ruiskutuskerran katetuottoon. Harmaalla pohjalla laskennallinen (ei kokeellinen) katetuotto kolmen ruiskutuskerran satotasolla käytettäessä kahta petopunkkien levityskertaa. Lähde: Maunula & Tuovinen 2001.

	Kemiallinen x3	Kemiallinen x1	Biologinen x2
Tuotto e/ha	18200	14894	18200
Sato kg/ha	9018	7380	9018
Hinta e/kg	2.018	2.018	2.018
Torjuntakustannukset	437.6	206.1	318.8
Poimintakustannukset	8341	6826	8341
Katetuotto e/ha	9421	7861	9539

5.4 Mansikkapunkin yhdistetty biologinen ja kemiallinen torjunta

Yhdistämällä sekä biologisen että kemiallisen torjunnan vaikutukset voidaan mansikkapunkin esiintymistä vähentää myös jo alkaneessa tartunnassa. Koska biologinen torjunta ei useinkaan yksinään riitä torjumaan leviämään ja lisääntymään pääsystä mansikkapunkkikantaa, voidaan oikein ajoitetuilla torjunta-ainekäsittelyillä ja biologisen torjunnan hyödyntämisellä kukinnan ja sadonkorjuun aikaan päästä parhaisiin tuloksiin mansikkapunkin alkaneen leviämisen estämisessä. Aina tulisi pyrkiä valitsemaan tarvittavaan tuholaistorjuntaan petopunkeille vähiten haitalliset torjunta-ainevalmisteet, jos vain tähän on mahdollisuus (ks. 6. Torjunta-aineiden käytön vaikutukset petopunkeille).

Mansikkapunkin tapauksessa haittana on vain yhden tehokkaan torjunta-aineen markkinoilla tällä hetkellä, joten vaihtoehtoja ei mansikkapunkilla saastuneessa kasvustossa juuri ole. Tärkeää on muistaa ruiskutusten jälkeen tarpeeksi pitkät varoajat ennen petojen levitystä ja uusia levitys, mikäli joudutaan käyttämään näille haitallista torjunta-ainetta esimerkiksi hyönteisten torjuntaan levityksen jälkeen. Toki kustannukset ovat käytettäessä yhdistettyä kemiallista ja biologista torjuntaa vastaavasti suuremmat kuin valittaessa vain toinen menetelmä, mutta eri vaihtoehtoja on käytettävä viljelmän kulloisenkin mansikkapunkkitilanteen vaatimalla tavalla.

Levittämällä keväällä petopunkteja saadaan mansikkapunkin torjunta käyntiin jo tällöin ja vaikutus kestää myös satokauden ajan. Uusintalevityksiä voidaan tehdä tarvittaessa. Sadonkorjuun jälkeen voidaan varmistaa seuraavan kesän tilanne mansikkapunkin suhteen ottamalla supplehtinäytteet kasvustosta ja tämän mukaan suunnitella metiokarbiruiskutusten tarve. Näin pystytään mansikkapunkkitilannetta pitämään kurissa myös pidemmissä viljelykierroissa ja tiheys ei pääse kasvamaan tasolle, jolla torjunta ei onnistu enää millään menetelmällä ja satotappiot tulevat suuriksi.

Vuoden 1999 kesällä tehdyssä tutkimuksessa (Tuovinen 2002b) arvioitiin biologisen ja kemiallisen torjunnan yhdistämisen onnistumista mansikkapunkin torjunnassa yhdellä tilalla. Käytetty ripsiäispetopunkkimäärä oli 367 000 yksilöä / ha ja sekä mansikkapunkin että petopunkin populaatioiden kehittymistä seurattiin kahden viikon väliajoin. Kemiallista torjuntaa toteutettiin käyttämällä ennen kukintaa atsinfossimetyyliä ja kinometionaattia sekä sadonkorjuun jälkeen ruiskuttamalla kahdesti metiokarbilla.

Petopunkit eivät tutkimuksessa pystyneet pitämään kurissa mansikkapunkkia vanhoilla lohkoilla, joissa edellisenä vuotena oli jo havaittu mansikkapunkkia. Lohkoilla aikuisia

mansikkapunkteja ei esiintynyt suurina määrinä, mutta munia sen sijaan oli kasvustossa jopa maksimissaan 70 kpl/lehti. Niinpä näillä lohkoilla tarvittiin kemiallista torjuntaa syksyllä. Sen sijaan edeltävänä vuonna perustetuilla lohkoilla tulokset olivat selvästi parempia.

Tutkimuksessa petopunkteja löytyi selvästi suurempina määrinä lehdistä, joilla mansikkapunkkitiheys oli suuri, mikä edelleen osoittaa petopunkkien kykenevän suuntautumaan kasvustossa saaliin esiintymisen mukaan. Tutkimuksessa epäiltiin myös keväällä tehtyjen ruiskutusten vaikuttaneen heikentävästi 2-3 viikkoa näiden jälkeen tehtyyn petopunkkilevitykseen. Niinpä torjunta-ainekäsittelyjen ajoitus on syytä suunnitella erityisen tarkkaan keväällä. Paras tilanne on, jos tarvittavat ruiskutukset voidaan tehdä vasta sadonkorjuun jälkeen. Mesuroi-ruiskutus tehoaa kohtalaisesti myös hyönteisiin kuten nälvikkäisiin ja luteisiin, joita voi jäädä talvehtimaan mansikkakasvustoon.

6 TORJUNTA-AINEIDEN KÄYTÖN VAIKUTUKSET PETOPUNKEILLE

Viljelmillä, joissa käytetään petopunkeille haitallisia torjunta-aineita, luontainen petopunkkikanta on ainakin hetkellisesti vähäisempi kuin tiloilla, joissa näitä ei käytetä. On tehty useita laboratoriotutkimuksia eri petopunkkilajien torjunta-ainekestävyyden suhteen ja onnistuttu jo kehittämään näitä ainakin osittain sietäviä kantoja. Näitä ei kuitenkaan vielä ole saatu kaupallisesti saataville, mutta tulevaisuudessa torjunta-aineresistentit petopunkit voivat olla hyvä apukeino yhdistettyyn kemialliseen ja biologiseen torjuntaan vaikeissa kasvinsuojelutilanteissa.

Suurin osa hyönteisten ja erityisesti punkkien torjunta-aineista on myrkyllisiä myös petopunkeille. Näiden käyttö myös vaikeuttaa mansikkapunkin biologista torjuntaa pitkien varoaikojen takia. Markkinoilta löytyy kuitenkin myös valmisteita, joita petopunkit joko sietävät osittain tai kokonaan. Esimerkiksi vihannespunkin torjuntaan soveltuvat valmisteet *Torque* (vaikuttava aine fenbutatinaoksidi) ja *Nissorun* (heksitiatsoksi) ovat melko haitattomia petopunkeille (Tuovinen 2001). Valmisteiden varoajat huomioiden voidaan yhdistää sekä kemiallinen että biologinen torjunta onnistuneesti.

Esimerkiksi kinometionaatti ja metiokarbi ovat haitallisia petopunkeille kuten myös luomutuotannossa sallittu pyretriini (*Bioruiskute*). Pyretriini haihtuu kuitenkin kasvustosta nopeasti, joten sen varoaika on melko lyhyt. Näin petopunkit voidaan levittää kasvustoon nopeammin ruiskutuksen jälkeen kuin esimerkiksi metiokarbia käytettäessä, jolloin suositeltava varoaika on vähintään 14 vrk (Tuovinen 2002a).

Sienitautien torjunta-aineiden käyttö on yleisemmin melko haitatonta verrattuna hyönteisten torjunta-aineisiin. Petopunkeille lähes haitattomia torjunta-aineita ovat harmaahomeen torjuntaan käytettävät iprodioni (*Rovral*), pyrimetaniili (*Scala*), syprodoniili ja fludioksoniili (*Switch*), härmän torjuntaan käytettävät penkonatsoli (*Topas 100EC*) ja triadimefoni (*Bayleton 25*). Taulukosta 4 näkyy torjunta-aineiden haitallisuus ja varoaikaehdotukset käsittelyn jälkeen *A. cucumeris* -petopunkille Tuovisen (2002a) mukaan.

Taulukko 4. Torjunta-aineiden haitallisuus *Amblyseius cucumeris* -petopunkille avomaalla viljellyllä mansikalla. OK=haitaton, LH=lievästi haitallinen, H=haitallinen (arvioinnissa on otettu huomioon myös jäämähaitallisuus). Varoaikaehdotus on minimiaika käsittelystä petopunkkien turvalliseen levitykseen. Lähde: Tuovinen 2002a.

	Haitallisuus suoraan ruiskutettuna		Varoaikaehdotus		
Kemikaali	Munat	Toukat / aikuiset	(vrk ruiskutuksen jälkeen)	IP-väri	
IP -VALMISTEET					
Tautien torjunta-aineet:					
Iprodioni (Rovral)	< 25 %	< 25 %	OK	1	IP -vihr
Kinometionaatti (Morestan)	> 75 %	> 95 %	H	21	IP -kelt
Penkonatsoli (Topas 100 EC)	< 25 %	< 25 %	OK	1	IP -vihr
Tolyylifluanidi (Euparen M)	> 75 %	> 75 %	H	14	IP -vihr
Triadimefoni (Bayleton 25)	< 25 %	< 25 %	OK	1	IP -vihr
Punkkien torjunta-aineet:					
Fenbutatinaoksidi (Torque)	< 25 %	< 25 %	OK	1	IP -vihr
Heksitiatsoksi (Nissorun)	< 25 %	< 25 %	OK	1	IP -vihr
<i>Kinometionaatti</i> (Morestan)	> 75 %	> 95 %	H	21	IP -kelt
<i>Metiokarbi</i> (Mesurol 500 SC)	> 75 %	> 95 %	H	14	IP -kelt
Hyönteisten torjunta-aineet:					
<i>Atsinfossimetyyli</i> (Gusation)	< 75 %	< 95 %	LH	14	IP -vihr
<i>Pyretriinit</i> (Bioruiskute S)	< 25 %	> 95 %	H	2	IP -vihr
<i>Lambda-syhalotriini</i> (Karate)	> 95 %	> 95 %	H	28	IP -kelt
MUUT VALMISTEET (Ei hyväksytty IP -viljelyssä)					
<i>Pyrimetaniili</i> (Scala)	< 25 %	< 25 %	OK	1	1)
<i>Syprodoniili & fludioksoniili</i> (Switch)	< 25 %	< 25 %	OK	1	1)
<i>Alfa-sypermetriini</i> (Fastac)	> 95 %	> 95 %	H	28	
<i>Deltametriini</i>	> 95 %	> 95 %	H	28	

(Decis 25 EC)						
<i>Esfenvaleraatti</i> (Sumi Alpha)	> 95 %	> 95 %	H	28		
<i>Malationi</i>	> 75 %	> 95 %	H	14		
<i>Mevinfossi</i> (Fosdrin)	< 50 %	> 95 %	H	4		

1) Valmistetta ei ole vielä käsitelty IP-hyväksynnän kannalta. Ominaisuuksiltaan valmiste hyväksyttäneen IP-vihreäksi.

Heti petopunkkien levityksen jälkeen tulisi kaikkien torjunta-aineiden käyttöä välttää 1-2 vrk. Jos harmaahomeen torjunta on välttämätöntä voidaan Rovralia, Switchia ja Scalaa käyttää lähes haitatta.

A. rhenanukselle tehdyissä laboratorikokeissa havaittiin iprodionin ja triadimefonin olevan tälle lähes haitattomia, tolyylifluaniidin alentavan hedelmällisyyttä ja kinometionaatin olevan tälle erittäin haitallinen, mikä vastaa melko lailla ripsiäispetopunkin sietokykyä (Tuovinen 2000b).

7 MANSIKAN TUHOLAISTEN BIOLOGINEN TORJUNTA LUONNONMUKAISESSA MANSIKANTUOTANNOSSA

Luonnonmukaisen tuotantotavan kasvinsuojelu nähdään usein yhtenä tuotantotavan haastavimmista alueista ja ekologinen kasvinsuojelu eroaakin merkittävästi tavanomaisen tuotantotavan käyttämistä keinoista. Luomumansikan satotasot voivat olla kasvinsuojelullisista syistä 20-50 % tavanomaista tuotantoa pienempiä vaikkakin lajikkeella ja viljelijän ammattitaidolla voi olla myös varsin suuri vaikutus. Luomutuotannossa myös tavanomaisessa tuotannossa yhdellä ruiskutuksella hoituvat kasvinsuojelulliset ongelmat kuten nälvikkäät ja vattukärsäkäs voivat muodostua ongelmaksi. Siksi tarvitaan luomutuotannon näkökulmasta viljelyteknisten keinojen kehittämistä ja biologisen torjunnan toteuttamismahdollisuuksia.

Perustana kasvinsuojelulle on ongelmien ehkäiseminen hyödyntämällä luonnon omia säätelymekanismeja muun muassa sopeuttamalla viljelymenetelmiä näihin sopiviksi. Koska viljely aina yksipuolistaa ja yksinkertaistaa ravintoverkkoja, ei tuholaistorjuntaa voida erityisesti luomumarjanviljelyssä useinkaan saada kuntoon ainoastaan luonnon omia mekanismeja hyödyntäen ainakaan viljelyn alkuvaiheessa. Monivuotisen viljelykasvin kuten mansikan ollessa kyseessä, tuholaisiongelmat myös usein lisääntyvät vuosien myötä.

Viljelypinta-alan ja tilakoon kasvaessa kasvinsuojelulliset riskit voivat nousta suuriksi, mikäli tiettyä kasvilajia viljellään suurella alalla. Laaja keskittymä tarjoaa tuholaistille varsin otollisen kasvuympäristön ja houkuttelee näitä tehokkaasti. Siksi viljelykierto on keskeisessä asemassa luomutuotannossa ja tilalle on kannattavaa sisällyttää kiertoa suunniteltaessa mukaan tähän sopiva kasvinsuojeluohjelma, jolla pyritään luontaisten vihollisten kantojen suosimiseen tai tuholaisten karkottamiseen esimerkiksi ravintokasvi- ja suojakaistojen avulla. Vähintään kolmen vuoden "lepoaika" ennen saman viljelykasvin

sijoittamista samalle lohkolle vähentää tuholaisia merkittävästi ja välimatkat lohkojen välillä on syytä pitää tarpeeksi suurina. Pienillä tiloilla tämän järjestäminen voi olla mahdotonta ja tässä mielessä tilakoon suurentaminen parantaa mahdollisuuksia sopivan viljelykierron suunnitteluun. Lajikevalinta on myös keskeisessä asemassa.

Luomuviljelyn aloittamisvaiheessa ympäristön omat säätelyjärjestelmät eivät yleensä ole riittävässä hallinnassa, jotta kasvinsuojelu voitaisiin pohjata ainoastaan näihin ja silloin tarvitaan myös akuutteja torjuntatoimenpiteitä kuten pyretriiniruiskutusta. Kun viljelykierto on vakiintunut, pyritään akuutista torjunnasta mahdollisimman tehokkaaseen jatkuvaan "puskurivaikutukseen" lohkolle saapuvia tuholaisia vastaan. Petopunkit toimivat saalislajejaan kuten mansikkapunkkia ja vihannespunkkia kohtaan puskurilajeina eli ne toimivat näiden tuholaisten alueelle leviämisen hidastajina. Ongelmien ennakointi jatkuvalla seurannalla on keskeistä myös luonnonmukaisen tuotannon tiloilla.

Luomutiloilla esiintyy mansikkapunkkia yhtä yleisesti kuin integroidun ja tavanomaisen tuotannon tiloillakin (Piirainen ym. 1999). Petopunkteja esiintyy luontaisesti reilummin, vaikkakaan näiden tehokkuus ei viljelyn alkuvaiheessa useinkaan riitä mansikkapunkin kaltaisen nopeasti lisääntyvän tuholaisen kokonaistorjuntaan. Niinpä erityisesti uusilla lohkoilla petopunkkien lisäys kasvustoon on hyödyksi, koska luontaiset lajit eivät todennäköisesti ole vielä ehtineet siirtyä ympäristöstä mansikalle.

Monimuotoisuuden säilyttäminen viljely-ympäristössä kuuluu luomutuotannon keskeisiin tavoitteisiin ja on varmasti keskeinen petojen esiintymiseen vaikuttava tekijä. Lajirunsaus ehkäisee yhden lajin kannan runsastumista ja eräänlainen tasapaino saadaan aikaan tuholaiden ja näiden luontaisten vihollisten kesken. Vaihtoehtoista ravintoa on myös pedoille saatavilla. Yksipuolisessa ympäristössä, jollaisia viljely-ympäristöt yleensä ovat, luontaiset pedot eivät pysty kontrolloimaan hyvissä oloissa lisääntyvää tuholaiskantaa. Tasapainon löytäminen ja puskurivaikutuksen aikaansaaminen helpottavat luomutilan kasvinsuojelullista tilannetta suuresti.

Luonnonmukaisessa tuotannossa mansikkapunkin ehkäisyssä tärkeässä asemassa on emotaimien puhtaus. Luomutilojen omataimituotannossa tulee olla erityisen tarkka ja taimien lämminvesikäsittely on ehdoton vaatimus. Muuten tärkeitä huomioitavia asioita osat samat viljelyhygieeniset tekijät kuin tavanomaisessakin tuotannossa ja oikea viljelykierto. Kasvuston havainnointi on ensisijaista ja mansikkapunkkiorehtivien kasvien hävitys on löydettyäessä tehtävä nopeasti, jotta koko lohkoa ei menetetä.

Petopunkkien käyttö tuholaiden biologisessa torjunnassa lisäämällä näitä kasvustoon luontaisesti esiintyvien lajien lisäksi soveltuu hyvin luomutuotannon kasvinsuojeluun, mutta on muistettava, että myös pyretriini on tuhoisa petopunkkeille. Vaikka se haihtuu nopeasti kasvustosta ja sen varoaika ennen petopunkkien levitystä on lyhyt, niin kasvustossa ruiskutuksen aikaan olevat petopunkit todennäköisesti tuhoutuvat. Luontaisen petopunkkikannan runsastuminen on todennäköisintä luomutuotannossa ja tätä voidaan pyrkiä edistämään monimuotoisen ympäröivän kasvillisuuden avulla.

8 TULEVAISUUS JA MANSIKAN TUHOLAISTEN BIOLOGINEN TORJUNTA

Mansikkapunkki on tällä hetkellä useille tiloilla ongelmallisin tuholainen avomaan mansikalla meidän oloissamme ja sen merkitys korostuu erityisesti sen suoran vaikutuksen kokonaissatotasoon kautta. Lajin biologista torjuntaa eri petopunkkilajien avulla on kehitetty paljon ja uusia mahdollisuuksia kuten kotimaisten petopunkkilajien hyödyntämistä sen torjunnassa ja torjunta-aineita kestävien petopunkkikantojen kehittämistä tutkitaan aktiivisesti edelleen. Toivottavasti lajeja saadaan pian kaupalliseen tuotantoon myös meillä.

Biologisesta torjunnasta on *A. cucumeris* –petopunkin avulla saatu myös taloudellisesti kannattava torjuntavaihtoehto. Uusien lajien käyttöönottomahdollisuuksiin ja kaupalliseen saatavuuteen vaikuttaa laajalti eri lajien vaatimat kasvatusolosuhteet ja tätä kautta muodostuvien tuotantokustannusten suuruus. Viljelijälle ostohinta on oltava kannattava, joten kallis kasvatusmenetelmä vaikuttaa kysyntää pienentävästi. Viljelijälle edullinen vaihtoehto olisi mahdollisuus ylläpitää ja kasvattaa omaa petopunkkikantaa ympäri vuoden ja kasvihuoneoloissa tähän on jopa mahdollisuuksia. Investointikustannukset ovat pienemmät mikäli hankintoja tarvitsee tehdä vain muutaman kerran.

Avomaan viljelyssä oman petopunkkikannan kasvatus ei tuontilajien osalta onnistu, mutta kotimaisten lajien talvehtimiseen lähellä kasvustoa ja viihtymiseen kasvustossa voidaan vaikuttaa jonkin verran ympäröivän kasvillisuuden avulla. Hyödyllisin vaihtoehto olisi ns. "puskurivaikutus" eli petopunkkikanta kasvustossa säilyisi riittävänä torjumaan ulkopuolelta kasvustoon kohdistuvat tuholaisuhat.

Mansikkapunkki on tällä hetkellä varsin keskeinen osa mansikan kasvinsuojelun kehittämistä, mutta on hyvä varautua myös muiden ongelmallisten tuholaisien määrien lisääntymiseen. Vihannespunkki, joka on ollut mansikan ongelmallisin tuholainen kasvihuonetuotannossa, voi muun muassa leudompina talvina ja lisääntyneen mansikan talvisuojauksen harsokatteella ansiosta muodostua merkittäväksi tuholaiseksi meille myös avomaan oloihin. Koska lajin lisääntymiskapasiteetti suotuisissa oloissa on runsas, korostuu sen merkitys entisestään. Lajin torjuntaan soveltuu kuitenkin sekä tehokas kemiallinen torjunta-aine että useat petopunkkilajit, mikä tekee siitä hieman helpomman torjuttavan kuin mansikkapunkista. Tosin torjunta-aineresistenssin kehittyminen on vihannespunkin kohdalla erityisen tärkeä ongelma.

Myös ripsiäiset ovat tuttuja tuholaisia kasvihuoneoloista mansikalta ja näille voi suuntaus tulevaisuudessa olla sama kuin vihannespunkille eli niiden merkitys tuholaisena myös avomaalla voi kasvaa suotuisien olosuhteiden mukana. Ripsiäisiä esiintyy useilla keväällä kukkivilla rikkakasveilla kuten voikukalla, joilta niitä voi helposti kulkeutua mansikkakasvustoonkin. Tulevaisuudessa siis myös näiden tarkkailuun voi olla aihetta.

Ripsiäispetopunkki soveltuu hyvin myös ripsiäisten torjuntaan, mikä lisää sen käytön hyödyllisyyttä mansikalla. Kukissa siitepölyä syövät ripsiäiset voivat myös toimia ripsiäispetopunkin ravintona ja näin parantaa petopunkin menestymismahdollisuuksia ja lisätä kannan suuruutta. Tällöin on kuitenkin säilytettävä tasapaino tuholais- ja petopopulaatioiden suhteen, jolloin tuholaiset pitävät petopunkkikannan elinkelpoisena ja

kykenevänä estämään tuholaisten leviämisyrietykset, mutta näitä ei saa olla liikaa, jotta ei aiheudu satotappioita mansikalle.

Tuholaisiin ja näiden saalistajiin vaikuttavien erilaisten signaaliyhdisteiden tutkiminen on tärkeässä osassa myös mansikan ekologisen kasvinsuojelun kehittämisessä. Kasvien itse tuottamien puolustusaineiden kuten limoneenin mahdolliset vaikutukset tuholaisiin antavat tietoa näiden käyttömahdollisuuksista kasvinsuojelussa ja ovat keskeisiä erityisesti luonnonmukaisen tuotantotavan tuholaistorjunnan kehittämisen kannalta. Mikäli mansikka pystyy tuottamaan puolustautuessaan kasvinsyöjiä vastaan signaaliyhdisteitä, joilla on vaikutusta joko kasvinsyöjän tai tätä saalistavan pedon käyttäytymiseen, voitaisiin luontaisella elisitorilla saada aikaan kasvin puolustautuminen jo ennen tuholaisten merkittävää lisääntymistä ja parantaa petojen suuntautumista mansikkakasvustoon. Tutkimusta näistä vuorovaikutuksista tarvitaan.

HYÖDYLLISIÄ INTERNET-OSOITTEITA:

Kotimaisia internet-sivuja:

www.mtt.fi/ktl/ksu/ajankohtaista Perustietoa kasvinsuojelusta ja linkit muun muassa Kasvinsuojelupalvelun ja KasperIt:n sivuille.

<http://www.mtt.fi/ktl/index.html> à Tutkimus. Sisältää kuvaukset MTT:n tutkimushankkeista.

<http://www.surffi.net/~toukka/> Kotimaisen petopunkkien toimittajan sivu, jossa erinomaiset Tuomo Tuovisen laatimat ohjeet petopunkkien käytölle Suomessa.

http://www.schetelig.com/tuotteet/hyotyeliot_index.html Useita eri biologisia torjuntaeliöitä toimittavan yrityksen sivu, jossa laajalti tietoa hyötyeliöistä ja ohjeita näiden käyttömääräistä.

Englanninkielisiä internet-sivuja:

<http://www.koppert.nl/e005.shtml> Kansainvälisen hyötyeliöitä tuottavan yrityksen laaja sivusto.

<http://www.koppert.nl/e0110.shtml> Koppertin sivusto torjunta-aineiden vaikutuksista biologisille torjuntaeliöille.

<http://64.78.34.114/biobest/en/producten/nuttig/default.htm> Eri torjuntaeliöiden esittely

<http://64.78.34.114/biobest/en/teelten/aardbei.htm> Biologisen torjunnan mahdollisuudet erityisesti mansikalla.

<http://www.rinconvitova.com/predator%20mite.htm> Tietoa erityisesti eri petopunkkilajien olosuhdevaatimuksista ja käytöstä biologisessa torjunnassa.

<http://www.nysaes.cornell.edu/ent/biocontrol/> Cornellin yliopiston alainen sivusto, jossa runsaasti kuvia ja tietoa biologisista torjuntaeliöistä.

<http://www.attra.org/attra-pub/farmscape.html> Tietoa biologisten torjuntaeliöiden menestymistä edesauttavista tekijöistä viljelmällä.

<http://www.ianr.unl.edu/pubs/insects/g1251.htm> Yleistietoa biologisesta torjunnasta ja siinä huomioon otettavista tekijöistä.

<http://www.uky.edu/Agriculture/Entomology/entfacts/trees/ef422.htm> Yleistietoa mansikkapunkista, erityisesti kasvihuoneissa.

http://creatures.ifas.ufl.edu/orn/cyclamen_mite.htm Floridan yliopiston alainen sivu mansikkapunkista.

<http://www.entomology.wisc.edu/mbcn/rev305.html> Petopunkkien kasvatsohjeita (Michiganin yliopisto)

<http://www.mrec.ifas.ufl.edu/Iso/SpMite/b853a1.htm> Floridan yliopiston alainen sivu vihannespunkin biologisesta torjunnasta kasvihuoneissa
<http://www.orst.edu/dept/entomology/ipm/mcalc.html> Oregonin yliopiston sivu *Neoseiulus fallacis* –petopunkin levitysohjeista mansikalle vihannespunkin torjumiseksi. Sivulta linkki laskuriin, jolla voidaan laskea ohjeellinen petojen levitysmäärä riippuen viljelmän olosuhteista.

KIRJALLISUUS

Croft, B. A., Pratt, P. D., Koskela, G. & Kaufman, D. 1998. Predation, reproduction and impact of Phytoseiid mites (Acari: Phytoseiidae) on cyclamen mite (Acari: Tarsonemidae) on strawberry. *Journal of Economic Entomology* 91: 1307-1314.

Easterbrook, M. A., Fitzgerald, J. D. & Solomon, M. G. 2001. Biological control of strawberry tarsonemid mite *Phytonemus pallidus* and two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* on strawberry in the UK using species of *Neoseiulus* (Amblyseius) (Acari: Phytoseiidae). *Experimental and Applied Acarology* 25:25-36.

Huffaker, C.B. & Kennett, C.E. 1956. Experimental studies on predation: predation and cyclamen-mite populations on strawberry in California. *Hilgardia* 26: 191-222.

Kivijärvi, P., Tillanen, A., Aflatuni, A., Prokkola, S., Parikka, P., Tuovinen, T. 2001. Luomumansikkahanke etenee - ensimmäisen satovuoden tuloksia ja kokemuksia. In: Karilan marjapäivä 18.10.2001. MTT. s. 12-16.

Koskula, H. 2000. Kasvihuoneviljelmien tuhoeläimet ja niiden biologinen torjunta. Kasvinsuojeluseuran julkaisu n:o 93. Ykkös-Offset Oy Vaasa.

Krips, O.E., Kleijin, P.W., Willems, P.E.L., Gols, G.J.Z. & Dicke, M. 1999. Leaf hairs influence searching efficiency and predation rate of the predatory mite *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Phytoseiidae). *Experimental & Applied Acarology* 23:119-131.

Labanowska, B. & Bielenin, A. 2002. Infestation of strawberry cultivars with some pests and diseases in Poland. *Proceeding of the 4th International Strawberry Symposium vol. 2* Ed. T. Hietaranta *Acta Horticulturae* 567:705-708.

Mansikan tasapainoinen kasvinsuojelu. 2000. Kasvinsuojeluoppaat 18. Kasvinsuojeluseura ry:n julkaisuja. Vammalan Kirjapaino Oy.

Maunula, M. & Tuovinen, T. 2001. Petopunkteilla ja aikaisella kemiallisella torjunnalla runsaampi mansikkasato ja parempi kate. *Puutarha & kauppa* 5:25-26/2001: 10-11.

Piirainen, A., Nissinen, A., Kurppa, S. 1999. Ympäristötuen mukaisen seurantajärjestelmän ja ekologisen tuholaiistorjunnan kehittäminen luomutuotannossa (LUOMUKAS) : Loppuraportti (maaseutupolitiikan yhteistyöryhmän tutkimus- ja kehittämisvarat 4109/505/96). 33 s.

Sabelis, M.W. & Van de Baan, H.E. 1983. Location of distant spider mite colonies by phytoseiid predators: demonstration of specific kairomones emitted by *Tetranychus urticae* and *Panonychus ulmi*. *Entomol. Exp. Appl.* 33:303-314.

Steinite, I., Petrova, V. & Cudare, Z. 2002. The efficiency of the predatory mite *Amblyseius cucumeris* (Acari: Phytoseiidae) as a control agent of the strawberry mite *Phytonemus pallidus* (Acari: Tarsonemidae) on field strawberry. *Proceeding of the 4th International Strawberry Symposium vol. 2* Ed. T. Hietaranta *Acta Horticulturae* 567:675-678.

Tuovinen, T. 1993. Identification and occurrence of phytoseiid mites (Gamasina: Phytoseiidae) in Finland's apple plantations and their surroundings. *Entomologica Fennica* 4: 95-114.

Tuovinen, T. 1994. Ongelmana mansikkapunkki. *Puutarha* 97: 6-7/1994: 363-364.

- Tuovinen, T. 1995a. Phytoseiid mites on cultivated berries in Finland. In: The Acari. Physiological and Ecological Aspects of Acari-Host Relationships ss. 315-322. Edited by Kropczynska et al. Oficyna DABOR Warszawa. 698s.
- Tuovinen, T. 1995b. Effect of naturally occurring phytoseiid mites on *Phytonemus pallidus* and *Tetranychus urticae* on strawberry. In: Third international symposium on population dynamics of plant-inhabiting mites. Gilleje, Denmark 26.-29.6.1995. s. 41-42.
- Tuovinen, T. 1998. Petopunkeistako apu mansikkapunkkia vastaan. Puutarha & kauppa 2: 5/1998: 10-11.
- Tuovinen, T. 2000a. Mansikkapunkin biologinen torjunta on jo käytäntöä. Puutarha & kauppa 4: 13/2000: 6-7.
- Tuovinen, T. 2000b. Integrated control of the strawberry mite (*Phytonemus pallidus*) in the nordic multi-year growing system. Acta Horticulturae 525: 389-392.
- Tuovinen, T. 2001a. Mansikan tuholaiset. www-dokumentti. http://www.puutarha-sanomat.net/marjat/Tuovisen_diat/Tuovinen_Tuomo.htm#Mansikkapunkki 1.5.2002
- Tuovinen, T. 2001b. Biological control of mites in "organic" and "IP" open field strawberry in Finland. In: COST Action 836. Integrated Research in Berries: 4th meeting of WG 5 Production Systems and Integrated Protection. Federal Office and Research Centre for Agriculture, Vienna, Austria 22.-24.11.2001. s. 46-47.
- Tuovinen, T. 2002a. Petopunkit mansikkapunkin torjuntaan. www-dokumentti. <http://www.surffi.net/~toukka/lajit/petomans.html> 10.08.2002
- Tuovinen, T. 2002b. Biological control of strawberry mite: a case study. Proceeding of the 4th International Strawberry Symposium vol. 2 Ed. T. Hietaranta Acta Horticulturae 567
- Tuovinen, T. 2002c. Mansikkapunkki. www-dokumentti. <http://www.mtt.fi/kti/ksu/marjaryhma/mansikkapunkki.html> 26.04.2002.
- Tuovinen, T. 2002d. Mansikkapunkki kuriin taimituotannossa. Puutarha & kauppa 6: 17/2002: 17.
- Tuovinen, T., Parikka, P. & Lindqvist, I. 2001. Tehostetun mansikanviljelyn kasvinsuojeluriskien hallinta. Mansikkatutkimus vauhdissa – tulokset käytäntöön –seminaari 10.10.2001, MTT, Jokioinen: Maa- ja metsätalousministeriön (MMM) vuonna 2001 rahoittamat mansikkatutkimukset. 2001. Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus, Jokioinen. s. 22-24.
- Tuovinen, T. & Tolonen, T. 2002. Niveljalkaisten biodiversiteetti mansikkaviljelmillä. In: Maataloustieteen päivät 2002. 9.-10.1.2002 Viikki, Helsinki. Helsinki: Suomen Maataloustieteellinen Seura ry. s. 67. (tiivistelmä). <http://www.agronet.fi/maataloustieteellinenseura/julkaisut/esit/78tuovinen.pdf>
- Waite, G. K. 2002. Advances in the management of spider mites in field-grown strawberries in Australia. Proceeding of the 4th International Strawberry Symposium vol. 2 Ed. T. Hietaranta Acta Horticulturae 567: 679-681.